Modernisation des contrôles de propulsion
Navires brise-glace de type 1200

NGCC Pierre Radisson

ANNEXE « A »
Énoncé des Travaux (EDT)

Pêches & Océans Canada / Garde Côtière
Services Techniques Intégrés / Ingénierie Navale

101 boul. Champlain
Québec (Québec)
G1K 7Y7

V14

Table des matières

1.0 Modernisation des contrôles de propulsion (Survol) 6
1.1 But 6
1.2 Contexte 6
1.3 Caractéristiques de base du navire 7
1.4 Aperçu général du système de propulsion actuel 8
1.5 Objectifs du nouveau système 9
1.6 Portée des travaux (Résumé) 10
1.7 Équipements à remplacer 11
1.8 Documentation de référence 13
1.9 Abréviations / Acronymes 15
1.10 Approbation et réglementation 17
1.11 Santé et sécurité au travail 17
2.0 Exigences générales - Conception et installation 19
2.1 Généralités 19
2.2 Documents de conception préliminaire (PDP) 19
2.3 Plans et dessins techniques 20
2.4 Sélection des équipements 22
2.5 Conditions ambiantes d'opération 23
2.6 Utilisation des cabinets 24
2.7 Installation des équipements 24
2.8 Identification des équipements 25
2.9 Câblage et branchement des équipements 26
2.10 Protection des équipements 29
2.11 Propreté et accès aux lieux de travail 29
2.12 Enlèvement et élimination des anciens équipements 29
3.0 Contrôles de propulsion - Exigences de performances & fonctionnalités 31
3.1 Généralités 31
3.2 Signaux de rétroaction 31
3.3 Contrôle de la vitesse des moteurs d'hélices 32
3.4 Gestion de la puissance 34
3.5 Disjoncteurs principaux de propulsion 35
3.6 Contacteurs de propulsion 36
3.7 Relais d'interface CR120A (Disjoncteurs & contacteurs) 36
3.8 Mode de contrôle d'urgence (Normal et manuel) 37
3.9 Contrôle de la vitesse des diesels 38

3.10 Équipements auxiliaires 40
3.11 Sécurité & protections 41
3.12 Alarme de fausse Manœuvre (« Wrong way ») 42
3.13 Excitatrices de propulsion (Moteurs & alternateurs) 43
3.14 Système d'alarme 44
3.15 Interface utilisateur (Contrôles & affichages) 46
3.15.1 Généralités 46
3.15.2 Console de contrôle principale (Salle des machines) 47
3.15.3 Panneau d'affichage de la propulsion (« MIMIC ») 48
3.15.4 Consoles de la timonerie 49
3.16 Alimentation électrique des équipements de contrôle 50
3.17 Automates programmables (PLC) 51
3.17.1 Généralités 51
3.17.2 Spécifications des nouveaux des PLC 51
3.17.3 Programmation des PLC 52
4.0 Tests en usine, mise en service & support 54
4.1 Tests d'acceptation en usine (FAT) 54
4.2 Mise en service du navire 54
4.3 Garantie et support technique 55
4.4 Outils d'entretien et de vérification 56
4.5 Pièces de rechange 56
5.0 Documentation & formation 57
5.1 Généralités 57
5.2 Manuel d'opération 57
5.3 Manuel d'entretien et de dépannage 58
5.4 Rapports de tests et certificats d'inspection 59
5.5 Formation du personnel 59

Liste des tableaux

Tableau 1 - Caractéristiques de base du NGCC Pierre Radisson 7
Tableau 2 - Liste des équipements de puissance à contrôler 9
Tableau 3 - Équipements à remplacer (ou à éliminer) 11
Tableau 4 - Documents de référence (Plans & manuels) 13
Tableau 5 - Documents de référence (Réglementation) 14
Tableau 6 - Abréviations / Acronymes 16
Tableau 7 - Performances & caractéristiques du système de contrôle actuel 63
Tableau 8 - Valeurs nominales du système de propulsion 64
Tableau 9 - Spécification des moteurs de propulsion 65
Tableau 10 - Spécification des alternateurs 65
Tableau 11 - Spécification des redresseurs 66
Tableau 12 - Spécification des diesels 66
Tableau 13 - Spécification des contacteurs 66
Tableau 14 - Spécification des disjoncteurs 67
Tableau 15 - Sources d'alimentation disponibles 67
Tableau 16 - Identification des génératrices et redresseurs 68
Tableau 17 - Voltage des alternateurs en fonction de la vitesse et du courant d'excitation 68

Liste des figures

Figure 1 - Vue latérale du NGCC Pierre Radisson 7
Figure 2 - Système de régulation (DIRECTO-MATIC) 70
Figure 3 - Système de contrôle d'urgence 71
Figure 4 - Section puissance du système 72
Figure 5 - Section puissance du système (2) 73
Figure 6 - Schéma des excitatrices actuelles (Alternateurs) 74
Figure 7 - Schéma des excitatrices actuelles (Moteurs d'hélice) 75
Figure 8 - Courbe de vitesse vs. courant d'excitation (moteur d'hélice) 76
Figure 9 - Courbe de puissance (moteur d'hélice/Diesels) 77
Figure 10 - Cabinets du système de propulsion (Survol) 78
Figure 11 - Cabinets des excitatrices & des filtres (Photo) 79
Figure 12 - Cabinets des excitatrices & Filtres (Disposition) 79
Figure 13 - Cabinets d'alimentation & de transfert des excitatrices 80
Figure 14 - Prises & fiches de transfert pour excitatrices 81
Figure 15 - Cabinets des excitatrices (Alternateurs) 82
Figure 16 - Cabinets pour filtres des excitatrices (Alternateurs) 82
Figure 17 - Cabinets des excitatrices (Moteurs d'hélice) 83
Figure 18 – Filtres pour excitatrices des moteurs 83
Figure 19 - Cabinets du système de régulation et contrôle (DIRECTO-MATIC) 84
Figure 20 - Modules d'Entrées/Sorties (PLC) 85
Figure 21 - Cabinets de commutation SUP/SUS (Photo) 86
Figure 22 - Cabinets de commutation (SUP – Disposition) 86
Figure 23 - Disjoncteurs principaux 87
Figure 24 - Relais de contrôle CR120A (Contacteurs/Disjoncteurs) 88
Figure 25 - Modules HVI "High Voltage Isolator" 89
Figure 26 - Tacho-générateurs (Vitesse des moteurs d'hélice) 90
Figure 27 - Modules de protection (Alternateurs) 91
Figure 28 - Module d'alarme "Wrong Way" 92
Figure 29 - Résistances de freinage dynamique (DBR) 93
Figure 30 - Console de contrôle principale (Salle des machines) 94
Figure 31 - Panneau d'affichage des états logiques "MIMIC" 95
Figure 32 - Sélecteur de transfert (Contrôle des télégraphes) 96
Figure 33 - Système de surveillance et d'alarme (Page 1) 97
Figure 34 - Système de surveillance et d'alarme (Page 2) 98
Figure 35 - Système de surveillance et d'alarme (Page 3) 99
Figure 36 - Système de surveillance et d'alarme (Page 4) 100
Figure 37 - Régulateurs/Actuateurs de vitesse des diesels 101
Figure 38 - Contacteurs de puissance principaux (Photo) 102

1.0 Modernisation des contrôles de propulsion (Survol)

1.1 But

1.1.1 Le présent document a pour but d'établir les exigences techniques dans le cadre d'un projet de modernisation des contrôles électriques et électroniques qui composent le système de propulsion du *NGCC Pierre Radisson*, un navire basé à Québec et qui appartient à la flotte de brise-glace de la Garde Côtière canadienne (GCC), une division du *Ministère Pêches & Océans Canada* (MPO).

1.1.2 L'intention est de fournir suffisamment d'information afin que les entrepreneurs potentiels obtiennent une vision claire des détails du projet afin de proposer des solutions de remplacement qui répondront aux objectifs élevés de fiabilité et de performance que nous avons fixé.

1.1.3 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de bien maitriser tous les détails techniques entourant ce projet et de s'assurer que le travail demandé, tel que spécifié dans ce document, soit réalisé à l'entière satisfaction de l'autorité technique (AT), ce qui inclut de fournir tous les items et travaux jugés nécessaires afin de permettre une opération satisfaisante et sécuritaire d'un navire de ce type.

1.2 Contexte

1.2.1 Le *NGCC Pierre Radisson* est un navire de type 1200 faisant parti d'une flotte de trois brise-glace presque identiques construits entre 1978 et 1982. Le présent projet est réalisé dans le cadre d'un programme national de prolongement de vie (PVN) qui s'étendra aux deux autres navires semblables, soit le *NGCC DesGroseilliers* et le *NGCC Amundsen*. La proposition de l'entrepreneur s'appliquera au navire *NGCC Pierre Radisson* seulement, mais elle doit comporter une option pour la réalisation de travaux semblables sur les deux (2) autres navires.

1.2.2 Même si le *NGCC Pierre Radisson* a subi quelques améliorations techniques au cours des dernières années, plusieurs composants au cœur du système de propulsion datent de la mise en service du navire et arrivent à leur fin de vie utile. Cette situation pose plusieurs problèmes au niveau de l'approvisionnement en pièces de rechange et cause une dégradation générale de l'ensemble des systèmes avec les années. Le programme de modernisation a pour mandat d'assurer la fiabilité de ces systèmes pour une période supplémentaire minimale de 15 ans.

1.3 Caractéristiques de base du navire

Nom :	**NGCC Pierre Radisson**
Type :	T1200 Brise-glace moyen (Double hélice à pale fixe)
Année de construction :	1978
Identification :	CGSB / IMO : 7510834 / MMSI : 316071000
Numéro officiel GCC :	383326
Constructeur :	Burrard Dry Dock, Vancouver, C.-B.
Port d'enregistrement :	Ottawa (Ontario)
Port d'attache :	Québec (Québec)
Longueur :	98,33 M (322,61 ft.)
Largeur :	19,51 M (64,00 ft.)
Tirant d'eau en charge :	7,16 M (23,49 ft.)
Jauge Brute :	5775 T
Jauge Net :	1732 T
Déplacement en charge :	8090 Tm
Puissance maximale aux hélices :	14960 BHP (11 155 KW)
Vitesse Maximale :	16,9 Nœuds (31,3 Km/h)

Tableau 1 - Caractéristiques de base du NGCC Pierre Radisson

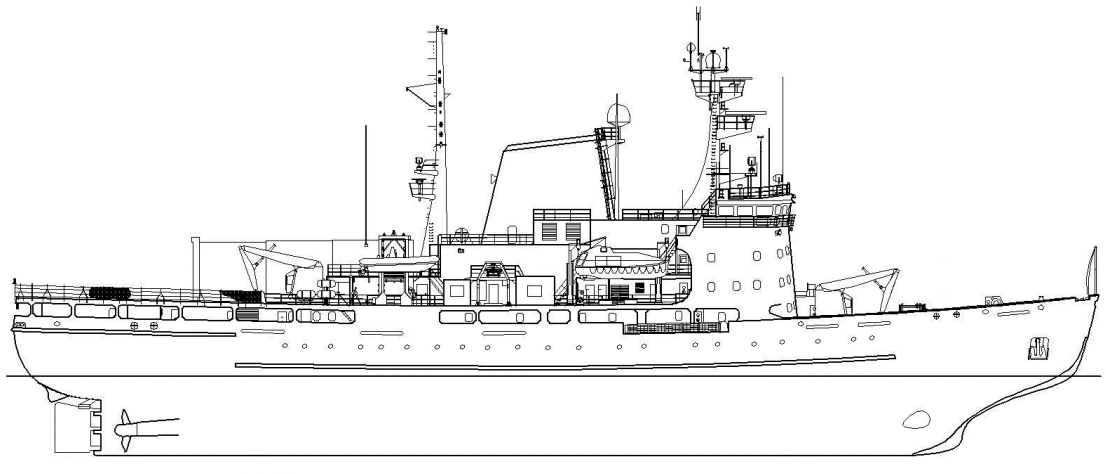


Figure 1 - Vue latérale du NGCC Pierre Radisson

1.4 Aperçu général du système de propulsion actuel

1.4.1 La propulsion du *NGCC Pierre Radisson* est de type Diesel-Électrique AC/DC et se compose de deux (2) systèmes identiques indépendants. Chaque système comprend un moteur électrique à courant continu couplé directement à son hélice. Selon le niveau de puissance désiré, chacun des moteurs d'hélice peut être alimenté par un (1), deux (2) ou trois (3) ensembles composés d'un diesel, d'un alternateur et d'un redresseur, pour un total de six (6) sources de puissance à courant continu. Les figures 4 et 5 à la fin de ce document donnent un aperçu de la partie puissance du système.

1.4.2 Le contrôle de la vitesse et du sens de rotation des hélices se fait en variant la polarité et l'intensité du courant d'excitation pour chacun des moteurs DC, ainsi que par une variation combinée de la vitesse des diesels et de l'intensité du courant d'excitation pour chacun des alternateurs. Cette méthode de régulation permet une gestion de la puissance afin de maintenir constamment les équipements à l'intérieur de leurs limites respectives et maximiser les performances du système en termes de temps de réponse. Toutes ces fonctions et plusieurs autres sont essentiellement réalisées par une série de cartes électroniques qui forment les deux systèmes d'origine qu'on appelle *DIRECTO-MATIC.* La figure 2 donne un aperçu simplifié des boucles de régulation de ce système à titre de référence.

1.4.3 À ces circuits analogiques s'intègrent deux (2) automates programmables (PLC) ayant pour principal mandat de gérer la partie logique du système, ce qui inclut entre autres :

1. Ouverture/fermeture des contacteurs/disjoncteurs de puissance et réalisation de certaines séquences automatiques de démarrage par l'intermédiaire des contrôles manuels situés sur la console principale.
2. Démarrage/arrêt automatique des systèmes auxiliaires, ce qui comprend des pompes et des ventilateurs pour le refroidissement des équipements de puissance, ainsi que des éléments anti-condensations afin de les protéger lorsqu'ils sont à l'arrêt.
3. Affichage de l'état des éléments principaux du système de propulsion sur différentes consoles, principalement par l'intermédiaire d'un panneau situé sur la console principale de la salle de contrôle et composé d'une série de 157 indicateurs lumineux (Aussi appelé « MIMIC »).
4. Récupération de plusieurs états logiques afin d'assurer le contrôle et la protection du système en général.

1.5 Objectifs du nouveau système

1.5.1 Il doit permettre de remplacer ou d'éliminer les équipements jugés désuets (section 1.7).

1.5.2 Dans le respect des valeurs nominales et limites spécifiques à chacun, il doit permettre de contrôler efficacement et de façon sécuritaire les équipements de puissance suivants :

Équipements de puissance à contrôler	Quantité	Spécifications
Moteurs d'hélice	2	Tableau 9
Alternateurs de propulsion	6	Tableau 10
Redresseurs de propulsion	6	Tableau 11
Diesels de propulsion	6	Tableau 12
Contacteurs principaux de propulsion	18	Tableau 13
Disjoncteurs principaux de propulsion	6	Tableau 14

Tableau 2 - Liste des équipements de puissance à contrôler

1.5.3 Maintenir ou améliorer l'ensemble des fonctions de contrôle, de régulation, de protection et d'affichage que l'on retrouve sur le système actuel.

1.5.4 Tirer profit de l'évolution de la technologie de façon à intégrer dans un environnement numérique les nombreux circuits électroniques/analogiques du système actuel.

1.5.5 Offrir une séparation la plus complète possible entre les deux (2) systèmes bâbord & tribord afin qu'une défectuosité sur l'un n'affecte pas le fonctionnement de l'autre.

1.5.6 Offrir une grande fiabilité opérationnelle par un choix judicieux des équipements et une conception qui intègre plusieurs fonctions de redondance.

1.5.7 Réduire le nombre de points de branchement électriques/électroniques afin de diminuer le temps consacré à l'entretien et réduire les sources potentielles de défectuosité.

1.5.8 Utiliser des équipements/composants fabriqués en série et facilement disponibles sur le marché industriel canadien ou américain.

1.5.9 Posséder son propre système de monitorage d'alarmes afin de superviser l'ensemble des nouveaux équipements de propulsion et offrir un diagnostic précis en cas de panne.

1.5.10 Posséder une architecture ouverte et une documentation complète afin de permettre une intervention efficace des électrotechniciens de la GCC en cas de défectuosité.

1.6 Portée des travaux (Résumé)

Dans le cadre du projet de modernisation, l'entrepreneur doit respecter toutes les exigences techniques décrites dans ce document et effectuer tous les travaux suivants :

1.6.1 Vérifier les plans et l'information technique du système actuel.

1.6.2 Planifier et participer à des essais en mer afin d'évaluer correctement les différentes fonctionnalités et performances du système actuel en situation réelle d'opération (tel que défini à la section 2.1).

1.6.3 Produire un document de conception préliminaire (PDP) afin de permettre à la GCC d'évaluer correctement et en détail les différentes phases du projet (Section 2.2).

1.6.4 Concevoir l'ensemble du nouveau système dans le respect de la réglementation applicable (Section 1.8.2) et recevoir toutes les approbations nécessaires (Section 1.10).

1.6.5 Produire tous les diagrammes électriques et autres dessins requis (Section 2.3).

1.6.6 Planifier et réaliser des tests d'acceptation en usine (FAT) afin de démontrer l'efficacité et les performances du nouveau système de propulsion (Section 4.1).

1.6.7 Produire tous les manuels techniques requis (Section 5)

1.6.8 Fournir la totalité des équipements et composants nécessaires à la réalisation du projet, ainsi que toute la main d'œuvre requise afin d'en arriver à un produit final et fonctionnel.

1.6.9 Programmer l'ensemble des équipements. Calibrer tous les signaux de rétroaction et tous les cadrans d'affichage analogiques.

1.6.10 Retirer tous les anciens équipements et câbles qui n'ont plus d'utilités sur le navire (Sections 2.9.3 et 2.12).

1.6.11 Vérifier les anciens câbles et conducteurs qui seront réutilisés sur le nouveau système (Section 2.9.2)

1.6.12 Installer et brancher l'ensemble des équipements du nouveau système de contrôle selon un plan de travail détaillé et pré-approuvé par l'AT (Sections 2.8 et 2.9).

1.6.13 Faire la mise en service complète du nouveau système selon une méthode sécuritaire, ce qui inclus des essais en mer afin d'évaluer les performances du navire dans tous les modes de fonctionnement (Tel que défini à la section 4.2).

1.6.14 Fournir différentes formations avancées au personnel de la Garde Côtière en charge de l'opération et de la réparation des systèmes (Tel que défini à la section 5.5)

1.7 Équipements à remplacer

1.7.1 Le tableau 3 présente une liste des équipements principaux que l'entrepreneur doit remplacer (ou éliminer, selon la méthode de conception choisie).

Équipements à remplacer (ou à éliminer)	**Identification**	**Quantité**
Systèmes de contrôle & de régulation analogique Incluant tous les blocs d'alimentation, le filage interne et les borniers d'interconnexion	General Electric DIRECTO-MATIC	2
Automates programmable (PLC), incluant tous les circuits de communication et blocs d'alimentation	GE fanuc Series 90-70 (Interne au DIRECTO-MATIC)	2
Modules Entrées/Sortie (E/S) en lien avec les PLC Incluant tous les liens de communication	GE fanuc IC660… Genius I/O Blocks	58
Excitatrices pour alternateur, incluant équipements de filtrage, transfo, relais, circuits de détection de faute à la masse et tous les autres composants connexes.	GE FRP 593L188 (240 VDC, 150A)	8
Excitatrices pour moteur, incluant équipements de filtrage, transfo, relais, circuits de détection de faute à la masse et tous les autres composants connexes.	GE FRP 593L189 (300/600 VDC, 600A)	4
Modules MVI « Medium Voltage Isolator » Incluant les résistances SHUNT et tous les composants connexes	General Electric 517L160	10
Modules HVI « High Voltage Isolator » Incluant tous les composants connexes et les circuits de détection de faute à la masse (section puissance).	General Electric 517L161	18
Disjoncteurs principaux de propulsion (Génératrices) Incluant modules de déclenchement : 4500 A/DC	Siemens, Modèles : 3WV2311 & 3W2711	6
Relais d'interface CR120A *(Contrôle des disjoncteurs/contacteurs de puissance)*	General Electric Type CR120A	54
Système de Fausse Manœuvre (ou « Wrong way alarm »)	Avant Electronics	1
Tacho-Générateurs (Incluant les compteurs de révolution) *(Signal de rétroaction pour la vitesse des moteurs d'hélice)*	General Electric	2
Modules « Balanced Current Relay » *(Protection des alternateurs – Localisés sur les redresseurs)*	General Electric # IJC5186A	12
Modules « Thermal Overcurrent Relay » *(Protection des alternateurs – Localisés sur les redresseurs)*	General Electric # THC 11 G16A	12
Sources d'alimentation sans interruption (UPS) (24VDC et/ou 120VAC) Bâbord/Tribord	Voir section 3.16.3	2
Régulateur/Actuateur de vitesse pour diesels incluant tous les contrôles et interfaces électroniques	Woodward # UG-40 / UG-MAS	6

Tableau 3 - Équipements à remplacer (ou à éliminer)

1.7.2 Sous réserve d'une approbation de l'AT, l'entrepreneur peut éliminer ou remplacer des équipements supplémentaires si le nouveau système proposé intègre des fonctions qui rendent inutiles ou redondantes d'autres éléments de l'ancien système.

1.7.3 Les équipements de puissance principaux suivants sont <u>à conserver</u> absolument :

a) Moteurs diesel …….. (Quantité : 6)
b) Alternateurs (Génératrices) ……. (Quantité : 6)
c) Moteurs DC d'hélice …….. (Quantité : 2)

1.7.4 Les différentes protections (disjoncteurs & fusibles) qui alimentent les circuits de contrôle du système actuel ne peuvent être conservées. Ils doivent tous être remplacés ou éliminés selon les conditions présentées à la section 3.16.

1.7.5 Tous les contrôles manuels situés sur la console de contrôle principale et qui sont en lien avec l'actuel système de propulsion doivent être remplacés ou éliminés s'ils ne sont plus requis. Les nouveaux sélecteurs ou boutons poussoirs installés doivent être de qualité équivalente ou supérieur aux composants actuels. (Voir section 3.15 pour détails).

1.7.6 Ces vingt (20) autres sélecteurs doivent aussi être remplacés par des modèles de qualité équivalente ou éliminé s'ils ne sont plus requis :

a) Contrôles des disjoncteurs de propulsion (Section 3.11.8)
b) Contrôles des anti-condensations (Section 3.10.7)

1.7.7 Quatre (4) interrupteurs de fin de course (ou « Limit switch ») doivent également être remplacés (Voir section 3.11.6)

1.7.8 Dix (10) cadrans analogiques sont à remplacer sur les différentes consoles, tel que spécifié aux sections 3.15.2.4 et 3.15.4.3

1.7.9 Certains câbles/conducteurs électriques du système actuel peuvent être conservés et adaptés au nouveau SCP, à condition de respecter les exigences de la section 2.9.2.

1.7.10 Les borniers de raccordement d'origine présents sur les différents circuits de contrôle actuels doivent être remplacés par des neufs selon les termes de la section 2.9.6

1.7.11 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'identifier toutes les modifications à réaliser afin que le nouveau système s'intègre et fonctionne correctement avec les équipements qui seront conservés.

1.8 Documentation de référence

1.8.1 Plans, schémas, manuels, photos et autres informations sur le système actuel :

(Note : Ces documents seront disponibles sur demande seulement)

Dossier #	Description	Disponibilité
1	« PROPULSION SYSTEMS DRAWINGS » Plans généraux Bâbord & Tribord (Série A)	DVD de référence (PDF – 108 pages)
1	« PROPULSION SYSTEMS DRAWINGS » Contrôles de Propulsion Bâbord (Série B)	DVD de référence (PDF – 138 pages)
1	« PROPULSION SYSTEMS DRAWINGS » Contrôles de Propulsion Tribord (Série C)	DVD de référence (PDF – 138 pages)
2	« PROPULSION CONNECTIONS & WIRING » Plans Burrard Dry Dock (Chantier)	DVD de référence (DWG/TIFF – 74 fichiers)
3	« PLC LOGIC » Programmation Logique des PLC (GE fanuc 90-70)	DVD de Référence (PDF – 26 fichiers)
4	« PROPULSION CONTROLS SUPPLY » Circuits d'alimentation des contrôles de propulsion	DVD de Référence (TIFF/PDF/DWG-15 fichiers)
5	« TELEGRAPH SYSTEM » + « Wrong Way Alarm » Contrôles de la vitesse des hélices (Télégraphes)	DVD de Référence (PDF -8 fichiers)
6	« DIESEL SPEED CONTROLS » Contrôles de la vitesse des diesels	DVD de Référence (PDF -13 fichiers)
7	« CR120A INDUSTRIAL RELAYS » Contrôle des disjoncteurs & contacteurs de puissance	DVD de Référence (PDF-6 fichiers)
8	« PROPULSION MAIN BREAKERS & CONTACTORS » Disjoncteurs & Contacteurs de puissance principaux	DVD de référence (TIFF/PDF/DWG-27 fichiers)
9	« ALTERNATORS PROTECTION RELAYS » Relais « Overcurrent » & « Unbalance »	DVD de référence (PDF/TIFF-7 fichiers)
10	« PROPULSION TACHOMETER GENERATOR » Tacho-Générateur (vitesse des hélices)	DVD de référence (PDF/JPG-7 fichiers)
11	« PROPULSION OVERVIEW PANEL (MIMIC) » Panneau d'affichage à LED (Console principale de contrôle)	DVD de référence (PDF/DWG/JPG-4 fichiers)
12	« AUXILIARY SYSTEMS (PUMPS-FANS-HEATERS) » Liste et plans des systèmes auxiliaires	DVD de référence (PDF/DWG/JPG-13 fichiers)
13	« REFERENCE TABLES » Liste des signaux de rétroaction & d'affichage (Cadrans)	DVD de référence (XLS- 1 fichiers)
14	« PROPULSION SYSTEM PHOTOS » Photos des différents équipements principaux	DVD de référence (JPG -378 fichiers)

Tableau 4 - Documents de référence (Plans & manuels)

1.8.2 Réglementation et documents officiels applicables :

Numéro	Description	Disponibilité
TP127E	"Ships Electrical Standards (2008)" Transport Canada	www.tc.gc.ca
IEEE-45	"IEEE Recommended Practice for Electrical Installations on Shipboard (2002)"	ieeexplore.ieee.org ISBN: 0-7381-3381-7
IACS UR E	"Unified Requirements Concerning Electrical Installations (2010)"	www.iacs.org.uk
CSA C22.1-12	"Canadian electrical code, part I (22nd edition), safety standard for electrical installations"	Shop.csa.ca
CSA C22.2 NO. 0-10	"General requirements - Canadian electrical code, part II"	Shop.csa.ca
DORS/2010-120	Code Canadien du travail - Règlement sur la santé et la sécurité au travail en milieu maritime	lois-laws.justice.gc.ca
SOR-90-264	"Marine Machinery Regulation (2014)"	lois-laws.justice.gc.ca
IEC 60812	"Analysis Techniques for System Reliability - Procedure for failure mode & effects analysis (FMEA) – 2nd edition"	webstore.iec.ch
IEC 60533	"Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility"	webstore.iec.ch
IEC 60092-504	"Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation"	webstore.iec.ch
TP5021E	"Personal Safety on Ship" Transport Canada	CD de référence (Dossier #15)
TP11469E	"Guide to Structural Fire Protection" Transport Canada	CD de référence (Dossier #15)
FSM	" Fleet Safety Manual (V4 sept 2012)" Garde Côtière Canadienne	CD de référence (Dossier #15)

Tableau 5 - Documents de référence (Réglementation)

1.9 Abréviations / Acronymes

AC	Alternative Current
ACL	Affichage à Cristaux Liquide (LCD en anglais)
ADP	Approval Design Package
AT	Autorité Technique (TA en anglais)
AWG	American Wire Gauge
CA	Courant Alternatif
CC	Courant Continu
CCG	Canadian Coast Guard (GCC en français)
CCGS	Canadian Coast Guard Ship (NGCC en français)
CCM	Centre de Contrôle de Moteur (MCC en anglais)
CCW	Counter Clockwise
CPU	Central Processing Unit
CW	Clockwise
DBR	Dynamic Breaking Resistors
DC	Direct Current
DFO	Departement of Fisheries & Oceans (MPO en français)
DP	Demande de Proposition (RFP en Anglais)
DSIP	Delegated Statutory Inspection Program (PDIO en français)
E/S	Entrées/Sorties (pour PLC) (I/O en anglais)
ECR	Engine Control Room
EDT	Énoncé des travaux (SoW en anglais)
FAT	Factory Acceptance Test
FEO	Fabricant d'équipement d'origine (OEM en Anglais)
FMEA	Failure Mode & Effects Analysis
FSM	Fleet Safety Manual (MSF en Français)
FSR	Field Service Representatives
GCC	Garde Côtière Canadienne (CCG en anglais)
GE	General Electric
GHVI	Generator High Voltage Isolator
HDD	Hard Disk Drive
HMI	Human Machine Interface
HVI	High Voltage Isolator
I/O	Input/Output (E/S en français)
IACS	International Association of Classification Societies
ISM	International Safety Management
ITP	Inspection and Test Plan
LCD	Liquid Crystal Display (ACL en français)

LED	Light Emitting Diode
MCC	Motor Control Center (CCM en français)
MHVI	Motor High Voltage Isolator
MPO	Ministère Pêches & Océans (DFO en anglais)
MSF	Manuel de sécurité de la flotte (FSM en anglais)
MVI	Medium Voltage Isolator
NGCC	Navire de la Garde Côtière Canadienne (CCGS en anglais)
OEM	Original Equipment Manufacturer (FEO en français)
P.U.	Power Unit
PCC	Propulsion Control Console
PCP	Propulsion Control Port
PCQ	Plan de contrôle de la qualité (QCP en anglais)
PCS	Propulsion Control Starboard (ou « Propulsion Control System »)
PDIO	Programme de délégation des inspections obligatoires (DSIP en anglais)
PDP	Preliminary Design Package
PLC	Programmable Logic Controller (Automate programmable)
PVN	Prolongement de vie navires (VLE en anglais)
QCP	Quality Control Plan (PCQ en français)
RFP	Request For Proposal (DP en français)
SCP	Système de Contrôle de Propulsion (PCS en anglais)
SMTC	Sécurité Maritime Transport Canada (TCMS en anglais)
SOW	Statement of Work (EDT en français)
SSD	Solid State Drive
STBD	Starboard (Tribord)
SUP	Setup Cubicules Port (Cubicules de commutation bâbord)
SUS	Setup Cubicules Starboard (Cubicules de commutation Tribord)
TA	Technical Autority (AT en français)
TC	Transport Canada
TCMS	Transport Canada Marine Safety (SMTC en français)
UPS	Uninterruptible Power Supply
VLE	Vessels Life Extension (PVN en français)

Tableau 6 - Abréviations / Acronymes

1.10 Approbation et réglementation

1.10.1 L'entrepreneur doit engager les services d'une société de classification agrée afin de faire approuver et certifier tous les détails techniques entourant ce projet. Une liste des sociétés reconnues par Transport Canada est disponible à l'adresse Internet suivante : https://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/srdb-cnepav-pdio-1781.htm

1.10.2 Par l'intermédiaire des services de la Société de Classification choisie, l'entrepreneur doit s'assurer que les systèmes de remplacement utilisés répondent aux exigences de Transport Canada en matière de classification des équipements et que l'ensemble du projet reçoit toutes les approbations nécessaires et spécifiques à un navire de cette classe. Il doit prévoir et coordonner l'ensemble des inspections réglementaires et des enquêtes de classification en collaboration avec l'autorité concernée. Tous les documents officiels signés et datés doivent être remis à l'autorité technique (AT).

1.10.3 Un préavis d'au moins 48 heures doit être donné avant les inspections réglementaires ou les enquêtes de classification prévues afin que l'AT puisse y assister.

1.10.4 Toute nouvelle installation dans le cadre de ce projet doit se conformer à la norme TP127 (Normes d'Électricité Régissant les Navires) de Transport Canada et à celle de IEEE45 (Recommended Practice for Electrical Installations on Shipboard).

1.11 Santé et sécurité au travail

1.11.1 L'entrepreneur et tous les sous-traitants doivent respecter en permanence les procédures en matière de santé et sécurité au travail (ISM) établis par la Garde Côtière Canadienne (GCC) et les différentes agences qui ont autorités dans ce domaine.

1.11.2 Tous les employés et sous-traitants à la charge de l'entrepreneur doivent participer à une séance d'information sur la sécurité à bord des navires de la GCC avant d'exécuter les différents travaux. Cette séance d'une durée approximative d'une (1) heure sera donnée par un employé de la GCC.

1.11.3 Les différentes sources d'alimentation électriques en lien avec les travaux à effectuer doivent être cadenassées. Cette opération doit se faire conjointement avec l'Officier Électricien en poste sur le navire et dans le respect des normes de sécurité établis par la GCC (« Fleet safety Manual », sections 7.B.5 & 7.B.6). Le matériel de cadenassage est à la charge de l'entrepreneur et c'est à lui que revient la responsabilité de conserver les clés dans un endroit sécuritaire. Une liste des circuits cadenassés doit être produite et maintenue à jour tout au long des travaux.

1.11.4 Les endroits qui présentent un danger en raison des travaux doivent être sécurisés et clairement indiqués. Si nécessaire, des affiches ou des barrières de sécurité doivent être installés pour informer et protéger les membres du personnel, conformément aux normes applicables par le code canadien du travail.

2.0 Exigences générales - Conception et installation

2.1 Généralités

2.1.1 La méthode de conception choisie par l'entrepreneur afin de répondre aux exigences présentées dans ce document peut varier. Il doit cependant s'assurer de répondre aux objectifs de la section 1.5 et, à moins d'une indication contraire présentée dans ce document, maintenir ou améliorer l'ensemble des fonctions de contrôle, de régulation, de protection et d'affichage que l'on retrouve sur le système actuel. Il doit également proposer une méthode de régulation efficace qui permet de maintenir ou améliorer le temps de réponse des hélices suite à un changement dans les commandes de vitesse.

2.1.2 Avant le début des travaux, des essais à quai et en mer doivent être planifiés afin d'évaluer correctement les différents modes de fonctionnement et temps de réponse offerts par le système actuel. Les données recueillis lors de ces tests doivent être approuvées par l'AT et seront utilisées comme référence lors de la mise en service du nouveau système de propulsion.

Le tableau 8 donne des informations générales sur les performances actuelles du navire. Ces données peuvent servir de référence dans l'évaluation du nouveau système à condition qu'elles soient vérifiées et approuvées lors d'essais en mer.

2.1.3 Même si la propulsion du navire est composée de deux systèmes de contrôle identiques et indépendants (Bâbord/Tribord), certaines parties de ce document présente une vision unique afin de simplifier le texte. Il est entendu que l'ensemble du projet de modernisation doit s'appliquer aux deux systèmes.

2.1.4 L'entrepreneur doit fournir tous les équipements, les accessoires, les outils et la main d'œuvre nécessaire à la réalisation complète des travaux.

2.2 Documents de conception préliminaire (PDP)

L'entrepreneur doit présenter à l'AT un document de conception préliminaire afin de permettre à la GCC de formuler des commentaires dès le début de la phase de conception.

Ces documents doivent contenir au minimum les détails suivants :

a) Échéancier du projet, y compris les phases de conception, d'installation et de mise en service du nouveau système de propulsion;
b) Plan de contrôle de la qualité;
c) Plan de gestion des documents et dessins;
d) Plan de gestion de l'intégration des nouveaux systèmes/composants avec les systèmes/composants déjà existants;

e) Liste et spécifications des équipements/composants utilisés;
f) Description de la méthode de régulation et de contrôle utilisé par le système;
g) Courbes de vitesse et de charge pour l'ensemble des modes et des configurations du nouveau système de propulsion;
h) Disposition générale des équipements;
i) Diagrammes bloc de l'ensemble du système;
j) Documents détaillés de l'interface utilisateur et du système d'alarme;
k) Disposition et détails des circuits d'alimentation;
l) Description des fonctions de sécurité et de protection;
m) Détails sur la planification des essais en mer afin d'évaluer les performances du système de propulsion actuel;
n) Information préliminaire sur les tests d'acceptation en usine (FAT);
o) Information préliminaire au sujet de la mise en service du nouveau système.

2.3 Plans et dessins techniques

2.3.1 L'entrepreneur doit réaliser tous les plans ou autres schémas électriques nécessaires à la conception et à la réalisation des travaux du nouveau système de contrôle. Ces plans doivent permettre de visualiser la totalité des équipements et circuits du système de propulsion, y compris ceux de l'ancien système qui auront été conservés et intégrés aux nouvelles installations. Les plans doivent également offrir toute l'information nécessaire afin de permettre à un technicien qualifié d'effectuer une recherche rapide, complète et précise en cas de défectuosités ou pour toutes autres raisons.

2.3.2 De façon globale, les plans doivent intégrer ou décrire tous les éléments suivants :

a) Pages couverture et index détaillées des plans;
b) Abréviations et symboles utilisés;
c) Identification et spécification des équipements;
d) Localisation et représentation physique des équipements;
e) Schémas bloc offrant une vue d'ensemble des systèmes principaux;
f) Circuits d'alimentation;
g) Circuits de contrôle & d'affichage, incluant PLC & modules Entrées/Sorties (E/S);
h) Circuits de puissance;
i) Circuits de communication;
j) Câblage et interconnexion entre les différents équipements;
k) Toutes autres références ou détails requis à la compréhension du système.

2.3.3 Même si plusieurs circuits sont semblables, chaque système de propulsion (Bâbord & Tribord) doit posséder sa propre série de plans. Certains circuits communs à l'ensemble du système doivent aussi être présentés sur une série de plans à part.

2.3.4 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de mettre à jour ou de redessiner tous les plans originaux du navire affectés par le projet de modernisation. Les modifications faites sur les anciens plans doivent être distinctives par la couleur ou un style différent. Si un schéma d'origine en lien avec le système de propulsion subit une modification globale supérieure à 20%, celui-ci doit être redessiné entièrement au format DWG(AutoCAD). Si certains schémas d'origine sont conservés à l'intérieur d'une série, cela ne doit pas empêcher l'ensemble des plans d'être homogène dans la présentation, la numérotation et la méthode d'interprétation.

2.3.5 Tous les plans conçus ou modifiés doivent être présentés individuellement en format numérique dans la version la plus récente du standard DWG (AutoCAD) et permettre une impression optimisée pour le standard 11x17 pouces (ANSI B). Une exception dans la dimension de certains plans est possible afin d'offrir une vue adéquate de l'ensemble du système, à condition que ceux-ci soit présentés dans une série à part. Une version PDF (Adobe) regroupée doit aussi être fournie pour chaque série de plan afin de faciliter la consultation par ordinateur (Un fichier PDF par série de plans).

2.3.6 Une première version complète des plans et autres documents de conception doit être présentée à l'AT pour une vérification et une approbation. Celui-ci pourra demander un certain nombre de révisions, sans coûts supplémentaires, selon les termes établis lors de la sélection de l'entrepreneur à la section 4.3.3 du contrat. Une fois l'ensemble des documents de conception approuvés par l'AT, ceux-ci devront ensuite être présentés et approuvés par la Société de Classification engagée par l'entrepreneur, selon les conditions énoncés à la section 1.10 de ce document (SOW).

2.3.7 Les plans approuvés utilisés lors des travaux doivent être maintenus à jour à mesure que les travaux d'installation avancent et une approbation supplémentaire est nécessaire pour toutes modifications subséquentes apportées à la version d'origine. Une liste des modifications doit être crée et maintenue à jour afin de retracer l'historique des changements tout au long du processus d'installation.

2.3.8 Une version finale et approuvée des plans tels que construit (ou « As fitted ») doit être fournie à la fin du projet et livré en quatre (4) copies papier. Les différentes séries de plans imprimées en format 11x17 (ANSI B) doivent être reliées ensembles adéquatement. La version numérique des plans doit également être fournie (DWG & PDF). Les fichiers DWG (AutoCAD) ne doivent pas être protégés électroniquement et la GCC doit avoir la possibilité d'en modifier l'ensemble des éléments au besoin lors de modifications futures.

2.4 Sélection des équipements

2.4.1 Les équipements et composants utilisés dans la réalisation du projet doivent être de conception récente, tout en ayant prouvés leur fiabilité sur le marché industriel au cours des deux (2) dernières années. Ils doivent aussi offrir une disponibilité et un support technique appréhendé du fabricant d'au moins 15 ans.

2.4.2 L'entrepreneur doit sélectionner des équipements/composants fabriqués en série et facilement disponibles auprès des fabricants d'origine ou de fournisseurs déjà présent sur le marché industriel canadien ou américain. Les produits expérimentaux ou fabriqués sur-mesure ne sont pas acceptés dans le cadre de ce projet.

2.4.3 Tous les équipements, composants et autres matériaux utilisés doivent être neufs.

2.4.4 Dans la mesure du possible, la conception du nouveau système et la sélection des équipements doit être faite de manière à réduire le plus possible l'inventaire des pièces de rechange requises à bord du navire.

2.4.5 Si un équipement ou un dispositif nécessite le branchement d'un nombre élevé de conducteurs électriques, une priorité doit être donnée aux appareils qui possèdent des borniers embrochables (ou « Plug-in ») afin de faciliter le remplacement en cas de panne.

2.4.6 Les équipements sélectionnés doivent pouvoir résister à une variation de +/- 10% du voltage et de la fréquence lorsque l'alimentation est de type alternatif (AC). Si les équipements sont alimentés par un circuit DC directement à partir d'un ensemble chargeur/batteries, la tolérance des équipements doit être de -25% à +30% VDC afin de résister aux variations de voltage.

2.4.7 À l'exception des relais utilisés pour le contrôle des contacteurs et des disjoncteurs de puissance (Voir section 3.7), les différents relais de contrôle utilisés dans le cadre de ce projet doivent tous être de type embrochable (ou « Plug-in ») avec une protection qui les empêche de sortir de leur base sous l'effet des vibrations. Une indication visuelle doit être présente afin de savoir s'ils sont activés électriquement. Si l'alimentation de la bobine est de type DC, le relais doit intégrer une diode de roue libre afin d'absorber les pointes de voltage.

2.4.8 Les équipements sélectionnés ne doivent pas être affectés par l'utilisation des appareils de communication portatifs que l'on retrouve sur le navire. Ces appareils sont de type UHF et diffuse avec une puissance de 5 Watts sur une bande variant de 136 à 870 MHz. Ils sont fréquemment utilisés dans la salle de contrôle à proximité des différents cabinets et partout ailleurs dans la salle des machines.

2.4.9 Les ordinateurs fixes ou portatifs fournis dans le cadre de ce projet de modernisation doivent tous posséder des disques durs de type SSD (« Solid State Drive ») afin d'offrir un meilleur rendement et une plus grande résistance aux chocs et aux vibrations.

2.5 Conditions ambiantes d'opération

2.5.1 **Généralités**

Tous les nouveaux équipements sélectionnés doivent pouvoir résister minimalement et de façon continue aux conditions ambiantes décrites à la section 1.5 de la norme IEEE-45 (Édition 2002).

2.5.2 **Température & humidité**

2.5.2.1 La température ambiante à l'intérieur des cabinets ne doit jamais dépasser le seuil de fonctionnement établi par les fabricants des différents équipements et composants. Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de maintenir la température sous ce seuil et d'ajouter une méthode de refroidissement, si nécessaire.

2.5.2.2 Dans le cas où des ventilateurs sont ajoutés pour permettre un apport d'air supplémentaire dans les cabinets, une méthode de filtration doit être prévue afin d'éviter l'accumulation de poussières à l'intérieur. Les ventilateurs doivent alors être accessibles afin de permettre un remplacement facile des filtres.

2.5.2.3 Les nouveaux équipements sélectionnés doivent pouvoir résister à un taux d'humidité ambiant pouvant aller jusqu'à 95 %, sans condensation. (Voir IEEE-45, section 1.5 pour détails).

2.5.3 **Résistance aux chocs et aux vibrations**

2.5.3.1 Tous les équipements et composants du nouveau système de propulsion doivent posséder une résistance aux chocs et aux vibrations qui tient compte des caractéristiques propres à un navire de type brise-glace.

2.5.3.2 Tous les équipements ou composants ajoutés doivent être fixés de façon adéquate en tenant compte du niveau de vibration élevé que l'on retrouve sur un navire de ce type. S'il est jugé nécessaire par l'AT, l'entrepreneur doit prévoir l'ajout de coussinets de caoutchouc aux points de fixations de certains équipements afin d'absorber les vibrations intenses qui peuvent résulter d'un contact de la coque du navire avec la glace extérieure.

2.6 Utilisation des cabinets

2.6.1 À moins d'une indication contraire dans le présent document, tous les équipements & composants principaux du nouveau système de contrôle de propulsion doivent être installés dans les cabinets déjà existants. Ces cabinets sont :

a) La console de contrôle principale de la salle des machines (PCC)
b) Les cabinets d'excitation situés derrière la console principale (EXC)
c) Les cabinets des disjoncteurs & contacteurs situés dans la salle des moteurs d'hélice (Cabinets de commutation ou « Setup Cubicule » SUP/SUS).
d) Les cabinets des redresseurs de puissance
e) Les panneaux de contrôle des diesels (Pour le remplacement des régulateurs de vitesse et des contrôles électroniques associés. Voir section 3.9)
f) Les trois (3) consoles de navigation situées à la timonerie (Voir section 3.15)

2.6.2 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'adapter mécaniquement et électriquement l'intérieur des différents cabinets et consoles afin de recevoir les équipements et composants du nouveau système.

2.6.3 Les supports métalliques et châssis ajoutés à l'intérieur des cabinets doivent offrir une grande solidité et une conductivité adéquate avec la masse du navire.

2.6.4 Tous les cabinets doivent être nettoyés en profondeur suite au retrait des anciens équipements et deux (2) couches de peinture ignifuge doivent être appliquées sur les parois internes des cabinets afin de masquer les zones de décoloration et autres marques permanentes. Le type de peinture utilisé doit être approuvé par l'AT.

2.7 Installation des équipements

2.7.1 Les nouveaux équipements et composants doivent être positionnés de manière à être accessibles pour le dépannage et permettre un remplacement facile au besoin. La méthode de fixation des appareils ne doit pas comporter d'écrous libres qui peuvent tomber et se perdre lors du remplacement des appareils (les points d'ancrage doivent être fixes).

2.7.2 La dimension maximale des nouveaux équipements doit être évaluée correctement afin de s'assurer qu'ils peuvent être transportés sur les lieux d'installation, sans modifications à la structure interne du navire.

2.7.3 Le transport à partir de l'usine et le déplacement des équipements à l'intérieur du navire est entièrement à la charge de l'entrepreneur.

2.7.4 Les travaux de soudure requis afin de fixer des supports ou pour toutes autres raisons sont entièrement à la charge de l'entrepreneur, ce qui inclut de fournir tous les équipements et la main d'œuvre qualifiée nécessaire à la réalisation des travaux.

2.7.5 Tous les travaux de soudure doivent être approuvés individuellement par l'autorité technique (AT) et nécessite l'obtention d'un permis de travail en règle selon les normes et procédures en vigueur à la GCC (Voir « Fleet Safety Manual », sections 7.B.4).

2.8 Identification des équipements

2.8.1 Des plaques d'identification doivent être produites pour tous les nouveaux équipements ou dispositifs installés sur le système de propulsion.

2.8.2 La devanture de chacun des cabinets doit aussi posséder une plaque afin d'identifier de façon générale le ou les systèmes présents à l'intérieur.

2.8.3 L'entrepreneur doit éliminer les plaques existantes n'ayant plus d'utilités ou remplacer celles qui ne donnent plus une information exacte à la suite des travaux.

2.8.4 Les plaques doivent être constituées d'une matière plastique non conductrice et être fixées solidement pour éviter tout détachement. Elles doivent être placées à proximité mais jamais, dans la mesure du possible, directement sur les appareils.

2.8.5 À moins d'une indication contraire de l'AT, le texte du lettrage doit être blanc sur fond noir et permettre une lecture claire. Il doit afficher de façon brève mais complète le nom ou la fonction de l'appareil, en français et anglais. L'abréviation du dispositif et un numéro de référence doit aussi permettre de le retracer facilement sur les plans du système. Si c'est un disjoncteur ou un ensemble de fusible, le texte doit aussi inclure la capacité en ampère (A) de celui-ci. Si c'est un transformateur, il doit inclure sa puissance (VA).

2.8.6 Le format et le style des nouvelles plaques doit tenir compte de l'environnement dans lequel elles sont installées. Avant de commander ou de fabriquer des plaques d'identification, l'entrepreneur doit présenter une liste avec tous les détails de fabrication à l'AT pour une approbation.

2.9 Câblage et branchement des équipements

2.9.1 Liste des travaux de câblage

Avant le début des travaux, l'entrepreneur doit produire une liste détaillée des câbles et des branchements requis en prévision de l'installation du nouveau système. Cette liste doit permettre d'évaluer tous les points suivants :

- Anciens câbles/conducteurs à retirer du système avant d'entreprendre les travaux
- Anciens câbles/conducteurs à conserver pour une réutilisation
- Nouveaux câbles/conducteurs à installer

Pour tous les conducteurs/câbles ajoutés ou conservés, l'entrepreneur doit aussi donner les informations suivantes :

- Le numéro d'identification du conducteur
- Le numéro du câble auquel il appartient (s'il y a lieu)
- Le nombre de conducteurs de réserve dans chacun des câbles
- Le calibre du conducteur (AWG)
- Le courant admissible du conducteur
- Les points de raccordement du conducteur (Bornier d'origine et de destination)
- Le type de câble/conducteur : Armure(Shield), voltage et température

Cette liste doit couvrir l'ensemble des travaux de câblage/raccordement et être présentée avant le début des travaux pour une vérification et une approbation de l'AT.

2.9.2 Utilisation des anciens câbles/conducteurs

À l'exception des câbles de communication qui doivent tous être retirés ou remplacés, les câbles ou conducteurs déjà existant peuvent être réutilisés dans le nouveau système de contrôle au besoin. L'entrepreneur doit cependant s'assurer que les anciens câbles ou conducteurs respectent la réglementation actuelle dans ce domaine et qu'ils rencontrent toutes les exigences générales suivantes :

a) Le câble doit passer avec succès une série de tests afin de mesurer la résistance d'isolation entre les différents conducteurs, ainsi que la résistance d'isolation entre chacun des conducteurs et la masse du navire. Ce test doit être effectué à une tension de 500 Volts et le niveau d'isolation doit être supérieur à 100 Mégohms. Les résultats de ces tests doivent être documentés et remis à l'AT.

b) Le câble doit être adapté à la fonction pour laquelle il est destiné et respecter toutes les exigences établis par les fabricants des nouveaux équipements. Une attention particulière doit être portée aux signaux analogiques de faible intensité qui peuvent être affectés par les nombreux champs électromagnétiques présents sur le navire. Les câbles transportant ce genre de signaux doivent tous posséder une armure de protection (« Shield ») et celle-ci doit être reliée à la masse du navire à une extrémité seulement (côté source).

c) Les extrémités du câble doivent être inspectées afin de s'assurer que l'isolant des conducteurs ou les terminaisons de ceux-ci ne sont pas endommagés.

d) Le câble doit être ré-identifié sur toute sa longueur si son numéro d'identification a été changé lors de la conception des nouveaux plans et dessins.

e) Le conducteur doit être ré-identifié aux points de raccordement si le numéro d'identification a été changé lors de la conception ou que l'identification actuellement en place n'est plus lisible.

f) Le conducteur ne peut être rallongé d'aucune façon avec des cosses à pression s'il est trop court pour se brancher convenablement aux nouveaux équipements.

2.9.3 **Anciens câbles à enlever**

Tous les anciens câbles et conducteurs qui n'ont plus d'utilité doivent être enlevés par l'entrepreneur. Si l'un de ces câbles traverse une cloison étanche à l'eau ou un mur de protection contre la propagation des incendies, le trou laissé par son retrait doit être colmaté de façon adéquate (Bloc pour transit ou presse-étoupe). L'ajout d'un calfeutrant à base de silicone n'est pas accepté afin de colmater les trous.

2.9.4 **Nouveaux conducteurs et câbles**

2.9.4.1 Les nouveaux conducteurs et câbles sélectionnés doivent être adaptés à la fonction à laquelle ils sont destinés. Ils doivent rencontrer toutes les normes maritimes décrites à la section 12 du document TP127.

2.9.4.2 Les câbles servant à la communication ou au transport de signaux analogiques doivent être de type industriel et posséder une armure de protection contre les interférences (« Shield »). L'enveloppe extérieure du câble doit également pouvoir résister de façon adéquate aux contraintes mécaniques.

2.9.4.3 Un minimum de 10% de conducteurs de réserve doit être prévu à l'intérieur de chacun des nouveaux câbles de contrôle pour permettre de futures modifications.

2.9.5 **Passage et fixation des câbles/conducteurs**

2.9.5.1 Tous les câbles/conducteurs doivent être fixés et/ou passés à l'intérieur des cabinets ou entre les différents cabinets en utilisant les supports et les différents chemins de câble existants. Si nécessaire, l'entrepreneur doit prévoir l'ajout de supports ou de chemins de câble supplémentaires afin de fixer ou contenir le câblage de façon adéquate.

2.9.5.2 Le passage des câbles et des conducteurs à l'intérieur des cabinets ne doit pas restreindre l'accès aux équipements. Il doit être facile de faire l'entretien des différents appareils ou de les remplacer au besoin sans déplacer un groupe de câble.

2.9.6 **Raccordement et identification des conducteurs**

2.9.6.1 Les différents borniers sur rail qui datent de la construction du navire (1978) doivent tous être remplacés par des neufs ou retirés s'ils ne sont plus requis. Les nouveaux borniers installés doivent être de type industriel à étage simple et offrir une grande résistance aux vibrations. Ils doivent permettre un accès aux sondes d'un appareil de mesure pour fin de diagnostic.

2.9.6.2 Les conducteurs individuels ou intégrés à un câble doivent tous terminer leur course sur un bornier de raccordement, même s'ils ne sont pas utilisés électriquement par le système (conducteurs de réserve).

2.9.6.3 Chaque série de borniers doit posséder un code d'identification qui permet d'établir un lien avec le ou les schémas électriques correspondants. Chaque bornier individuel doit également être identifié par un numéro.

2.9.6.4 Tous les conducteurs électriques doivent être identifiés individuellement aux deux (2) extrémités en utilisant des étiquettes composés d'une matière plastique. La numérotation imprimée doit être indélébile à l'eau, résistante aux particules de poussière et aux dépôts huileux. L'étiquette doit être visible facilement sans avoir à déplacer des fils ou des câbles.

2.9.6.5 Les nouveaux câbles doivent être identifiés en respectant les mêmes conditions que pour les conducteurs. Si le câble traverse une cloison, une étiquette supplémentaire doit être ajoutée de chaque côté de celle-ci. Si les conditions environnantes sont difficiles et risquent d'empêcher la lecture de l'étiquette à long terme, celle-ci doit être faite de métal et l'inscription doit être embossée.

2.9.6.6 Comme sur le système actuel, la numérotation des conducteurs doit suivre une logique qui facilite la recherche. Ceci implique que chacun des conducteurs reliés à un même point de contact électrique doit posséder le même numéro d'identification.

2.9.6.7 Le numéro affiché sur un conducteur doit permettre de retracer rapidement le schéma électrique en lien avec cette partie du circuit et permettre de déterminer à quel système il appartient (Bâbord, Tribord, circuits communs).

2.9.6.8 L'entrepreneur doit utiliser une méthode d'identification des nouveaux conducteurs qui s'intègre parfaitement avec celle des circuits qui sont conservés ou prévoir une ré-identification de l'ensemble des anciens conducteurs afin de s'adapter au nouveau système de contrôle.

2.10 Protection des équipements

Pendant toute la durée des travaux, l'entrepreneur doit s'assurer de garder fonctionnel les éléments anti-condensations afin de protéger les équipements de puissance du système de propulsion : Moteurs d'hélice, alternateurs et redresseurs. Il doit s'assurer que l'alimentation de ces circuits ne pose aucun problème de sécurité pour les travailleurs.

2.11 Propreté et accès aux lieux de travail

2.11.1 Les différents lieux de travail doivent être maintenus propres lors l'enlèvement des anciens équipements et tout au long du processus d'implantation du nouveau système.

2.11.2 L'entrepreneur doit s'assurer que l'autorité technique (AT) et le personnel de la GCC aient un libre accès sécuritaire au lieu de travail pendant toute la durée du contrat.

2.11.3 Lorsque l'installation est complétée, un nettoyage en profondeur doit être fait afin d'éliminer tous résidus et saletés. Une attention particulière doit être portée à la présence de particules de métal qui pourraient provoquer une baisse de l'isolation électrique ou des courts-circuits sur les différents équipements.

2.12 Enlèvement et élimination des anciens équipements

2.12.1 Au moins un (1) mois avant la date prévue du début des travaux, l'entrepreneur doit fournir une liste sommaire des différents équipements et composants du système actuel qui n'auront plus d'utilités et seront éliminés. Parmi les équipements et composants de cette liste, l'autorité technique (AT) déterminera lesquels seront conservés par la Garde

Côtière (GCC) afin d'offrir des pièces de rechange aux autres navires qui utilisent un système de propulsion semblable. Ces équipements et composants sélectionnés par l'AT devront être retirés du système avec précaution, emballés et identifiés par l'entrepreneur au début des travaux.

2.12.2 Tous les anciens équipements, câbles et autres matériaux qui ne sont pas conservés par l'AT doivent être retirés du système, transportés à l'extérieur du navire et éliminés par l'entrepreneur. Si un équipement à éliminer est trop volumineux pour être transporté à l'extérieur sans modifier la structure interne du navire, l'entrepreneur devra démanteler l'équipement en plusieurs morceaux pour effectuer le transport.

3.0 Contrôles de propulsion - Exigences de performances & fonctionnalités

3.1 Généralités

3.1.1 La présente section n'a pas pour but de décrire en détail tous les aspects techniques du système actuel. Afin d'évaluer correctement l'envergure des travaux, l'entrepreneur doit effectuer sa propre analyse en se basant sur les nombreux documents et schémas électriques disponibles ou à partir des observations et tests qu'il fait à bord du navire.

3.2 Signaux de rétroaction

3.2.1 Le nouveau système doit être conçu de manière à permettre une isolation électrique complète entre les circuits de contrôle et les circuits de puissance. Sur le système actuel, cette séparation est rendu possible grâce à l'utilisation de modules MVI pour les circuits d'excitation et de modules HVI pour les circuits de puissance.

3.2.2 Tel que mentionné au tableau 3, ces modules MVI et HVI font partis des équipements à remplacer. L'entrepreneur doit donc proposer une méthode équivalente afin de produire les signaux de rétroaction nécessaires au bon fonctionnement des boucles de régulation.

3.2.3 Parmi les capteurs associés aux MVI et HVI, seul les résistances « SHUNT » utilisées par les modules HVI pour la lecture des courants de puissance peuvent être conservés au besoin (Quantité : 8). Les résistances pour la lecture des voltages de puissance doivent tous être remplacées ou éliminées.

3.2.4 Tous les circuits de détections de fuite à la masse sur la partie puissance du système doivent être remplacés lors des travaux (Voir Plans propulsion : B4P, B4Q, C4P et C4Q). La nouvelle méthode de détection doit permettre de maintenir fonctionnel les deux (2) cadrans analogiques localisés sur la console de contrôle principale. En cas d'une baisse importante du niveau d'isolation, une alarme doit également être produite par le système de surveillance de la propulsion afin de prévenir l'opérateur d'une faute.

3.2.5 L'entrepreneur doit prévoir une méthode simple, rapide et sécuritaire afin de permettre aux techniciens de la GCC d'effectuer des tests d'isolation à la masse sur les différents circuits d'excitation et de puissance du système de propulsion. Cette procédure doit être détaillée dans le manuel d'entretien et permettre de protéger les équipements électroniques contre les surtensions qui peuvent résulter de l'utilisation d'un appareil portatif de type mégohmmètre, sans qu'il soit nécessaire de débrancher des conducteurs.

La méthode doit permettre de tester individuellement tous les circuits suivants :

a) Champs d'excitation au rotor des alternateurs (Quantité : 6)

b) Circuits de puissance au stator des alternateurs (Quantité : 6)
c) Champs d'excitation au stator des moteurs d'hélice (Quantité : 2)
d) Circuits de puissance au rotor des moteurs d'hélice (Quantité : 2)

3.2.6 Tel que mentionné au tableau 3, l'entrepreneur doit remplacer par un modèle plus récent les deux (2) tacho-générateurs présentement fixés aux arbres des moteurs d'hélice ou trouver une méthode équivalente afin de mesurer adéquatement la vitesse de rotation des hélices. Étant donné que le signal de rétroaction produit par ces appareils est d'une importance capitale à l'intérieur des boucles de régulation du système, les nouveaux équipements sélectionnés doivent être d'une grande fiabilité de conception et de fabrication. L'entrepreneur doit considérer la possibilité d'utiliser un type de capteur de vitesse qui permet une redondance afin de garantir la qualité du signal.

Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'adapter mécaniquement le nouveau modèle de capteur de vitesse aux arbres d'hélices. Celui-ci doit être fixé solidement et bien enligné. Un garde de protection doit recouvrir le capteur afin de le protéger des impacts mécaniques. Le montage mécanique et électrique du nouveau capteur de vitesse doit permettre un remplacement rapide de celui-ci en cas de panne. Voir photo de la configuration actuelle (Figure 26).

Chacun des tacho-générateurs actuels intègre un compteur mécanique qui permet de mesurer le nombre total de révolution effectué par l'hélice. Ces compteurs doivent être éliminés lors des travaux et remplacés par une méthode d'affichage digitale localisée dans la salle de contrôle.

3.3 Contrôle de la vitesse des moteurs d'hélices

3.3.1 La vitesse de référence du système de propulsion doit se faire à partir du levier de commande (télégraphe) de la salle de contrôle ou l'un des trois (3) télégraphes localisés à la timonerie. Tous les leviers de commande actuels doivent être conservés fonctionnels et intégrés dans le nouveau système. L'entrepreneur doit aussi maintenir les fonctions permettant un transfert entre les différents leviers de commande.

3.3.2 Le nouveau système de régulation doit prévoir des rampes d'accélération et de décélération afin de maintenir les équipements de puissance à l'intérieur de leurs limites respectives. La vitesse à atteindre doit être directement proportionnel à la position du levier de commande (télégraphe). Lorsque la période d'accélération est terminée et que le navire atteint sa vitesse de croisière dans une eau libre de glace, le système doit se stabiliser et maintenir constante la vitesse de révolution des hélices.

3.3.3 Le système de régulation doit permettre à l'hélice de passer de sa pleine vitesse avant « Full Ahead » à sa pleine vitesse arrière « Full Astern » en régime continu et dans les deux sens. La vitesse maximale étant déterminée par la puissance disponible sans toutefois dépasser 181 révolutions par minute (RPM). Voir Tableau 8 pour plus de détails sur les valeurs nominales du système actuel.

3.3.4 Afin de réduire à zéro (0) la vitesse et dissiper rapidement l'énergie accumulée dans le moteur d'hélice, le système actuel possède un ensemble de résistances de freinage dynamiques branché en série avec chacune des lignes d'alimentation principales (génératrices). Cette opération est rendu possible par une coupure de l'excitation aux génératrices, une ouverture des contacteurs DBR et une inversion graduelle du champ au moteur. Le nouveau système doit prévoir intégrer cette fonction ou une méthode équivalente afin de permettre une réduction rapide de la vitesse des hélices lorsque la commande de vitesse est ramenée à la position « STOP » ou qu'un changement de direction de l'hélice est demandé. Voir photo des résistances de freinage dynamique (figure 29).

Il est à noter que le système actuel utilise l'ensemble des résistances de freinage afin de dissiper l'énergie, peu importe qu'il y ait une (1), deux (2) ou trois (3) génératrices en fonction. Le nouveau système doit donc prévoir une fermeture en permanence de tous les contacteurs de puissance lorsque le système de propulsion est en marche afin de permettre au courant de se distribuer également à travers les trois (3) ensembles de résistances de freinage.

L'entrepreneur doit effectuer une inspection complète des résistances de freinage dynamique actuelles. Un test d'isolation à la masse de 1000 volts doit être effectué sur chacun des ensembles de résistance. Toute anomalie doit être notée et rapportée à l'autorité technique (AT) qui décidera de l'action à prendre. Si des travaux supplémentaires sont nécessaires, ils seront assumés par la GCC.

3.3.5 Le système doit fournir un moyen d'empêcher la rotation du moteur de propulsion due aux effets de la rémanence lorsque la commande de vitesse est ramenée à zéro. Il doit également s'assurer de maintenir à l'arrêt l'hélice du moteur quand l'inertie du navire exerce une force sur les pales d'hélice (Pression de l'eau ou de la glace).

3.3.6 Le système de régulation de vitesse doit prévoir que les hélices ont des sens de rotation contraires afin d'exercer une poussée vers l'avant. Vue de l'arrière, l'hélice bâbord doit tourner dans le sens anti-horaire (CCW) et l'hélice tribord dans le sens horaire (CW) afin de permettre un déplacement du navire vers l'avant.

3.4 Gestion de la puissance

3.4.1 La puissance maximale disponible au moteur d'hélice doit varier automatiquement selon le nombre de sources de puissance disponibles (génératrices). Le tableau 8 donne des informations sur le système de régulation actuel selon différents modes d'opération.

3.4.2 Le système doit permettre un ensemble alternateur-redresseur d'être mis en charge seulement si le diesel correspondant est en mode de contrôle à distance (« REMOTE ») et que celui-ci est prêt à recevoir cette charge (« READY »).

3.4.3 Le système de régulation doit permettre une gestion efficace de la puissance afin d'offrir en permanence le meilleur rendement possible à l'hélice. Ceci implique de s'ajuster automatiquement aux conditions climatiques extérieures. Lorsque le navire avance sur une mer couverte d'une épaisse couche de glace, celui-ci ralenti considérablement et le système de régulation doit pouvoir s'ajuster afin de maintenir un torque maximal. Dans le système actuel, cette fonction de régulation est appelé « Bollard ». De manière semblable, le nouveau système doit pouvoir maximiser la poussée des hélices et s'ajuster aux différentes conditions d'opération, ce qui inclut de permettre au navire de faire marche arrière dans la glace.

La figure 9 montre une série de courbes expliquant la relation qui existe entre la puissance à l'hélice et celle disponible par les moteurs diesels. Elle illustre bien les limites à ne pas dépasser afin de conserver un bon rendement et protéger les équipements.

3.4.4 Le système de régulation doit s'assurer en permanence que les pointes de courant à l'armature du moteur d'hélice ne dépassent jamais 175% de sa valeur nominale. Cette règle du 175% doit s'appliquer aussi à la valeur nominale de courant pour chacune des génératrices (Ampères DC). Cette limite de courant ne doit pas pour autant permettre au moteur d'hélice ou à une génératrice de dépasser la puissance nominale maximale spécifique à ces appareils.

3.4.5 Le système de régulation doit prévoir une méthode de protection dans le cas où un courant est appliqué à l'armature du moteur et qu'aucune rotation d'hélice n'est détectée. Comme sur le système actuel, une alarme visuelle et sonore doit prévenir l'opérateur de la salle de contrôle de la situation. Cette fonction est appelée *ROTOR BLOQUÉ* (ou « STALL »).

3.4.6 Afin d'éviter un débalancement, le système doit s'assurer d'une répartition de charge égale et constante entre les différentes sources de puissance en opération (génératrices). Cette répartition de charge doit être efficace et stable en toutes circonstances.

3.4.7 Un sélecteur situé sur la console de contrôle (PCC) doit permettre d'ajuster manuellement la limite de puissance à cinq (5) niveaux différents, soit 70%, 80%, 90%, 100% et 110%.

3.5 Disjoncteurs principaux de propulsion

3.5.1 Tel que mentionné au tableau 3, les six (6) disjoncteurs de propulsion principaux doivent être remplacés dans le cadre de ce projet de modernisation. (Voir figure 23)

3.5.2 Le nouveau modèle de disjoncteur doit pouvoir s'intégrer physiquement à l'intérieur des cabinets actuels et s'adapter électriquement aux barres d'alimentation de puissance (« BUSBAR »).

3.5.3 Le niveau de protection offert par le nouveau type de disjoncteur doit être égal ou supérieur au modèle actuel en termes de capacité en courant, temps de réaction d'ouverture suite à une faute et voltage maximal d'utilisation.

3.5.4 En plus d'un contrôle électrique à distance, le nouveau modèle de disjoncteur doit pouvoir être opéré manuellement et localement (Ouverture/Fermeture).

3.5.5 À moins d'une faute avec le système, les disjoncteurs principaux de propulsion doivent demeurer en permanence fermés.

3.5.6 Dans le cas où un disjoncteur ouvre sur une faute, le système doit permettre de refermer ce disjoncteur de façon sécuritaire par une opération manuelle électrique à partir de la console de contrôle principale.

3.5.7 Le mode « Brise-Glace » ou « Breaker Remote Closed » est une fonction d'origine qui permet de refermer un ou plusieurs disjoncteurs à partir de la timonerie en cas de faute. Cette fonction n'est plus requise sur le nouveau système et les circuits correspondant doivent être éliminés.

3.6 Contacteurs de propulsion

3.6.1 À moins que l'entrepreneur propose un système de contrôle qui offre la possibilité de remplacer ou d'éliminer certains des contacteurs de puissance principaux (Figures 38 & Tableau 13), ceux-ci doivent être conservés fonctionnels à l'intérieur du nouveau système de propulsion. Il y a présentement un total de dix-huit (18) contacteurs en opération sur chacun des navires.

3.6.2 La méthode de contrôle des contacteurs doit permettre d'ajouter ou de retirer un ensemble alternateur/redresseur alors que le système de propulsion est en marche et à pleine puissance. Le système de régulation doit prévoir une augmentation graduelle du courant suite à la fermeture d'un contacteur afin d'éviter d'endommager inutilement son contact principal. Pour la même raison, le courant doit être ramené près de zéro avant l'ouverture d'un contacteur.

3.6.3 Le système de contrôle doit permettre de brancher l'ensemble alternateur/redresseur #3 (bâbord avant / G1) au moteur d'hélice tribord et permettre à l'ensemble alternateur/redresseur #4 (tribord avant / G1) d'être branché au moteur d'hélice bâbord. Ce qui précède ne doit toutefois pas permettre à un système de propulsion d'être alimenté par plus de trois (3) sources de puissance simultanément.

Cette fonction de transfert est appelée « Cross-connect mode » sur le système actuel et s'effectue par un contrôle adéquat des contacteurs de puissance C1AX, C1AY, C1NX et C1NY (Voir figure 4).

Le tableau 16 donne des informations sur l'identification des sources de puissance et leur localisation dans la salle des machines. Seulement les sources #3 et #4 peuvent être transféré d'un côté à l'autre des systèmes bâbord et tribord.

3.6.4 L'entrepreneur doit tenir compte du fait qu'un transfert des ensembles #3 et #4 d'un côté à l'autre des systèmes bâbord/tribord implique de modifier l'aiguillage des signaux de référence et de rétroaction en conséquence. Les ensembles alternateur/redresseur #3 et #4 doivent pouvoir être contrôlés entièrement par le système sur lequel ils sont branchés.

3.7 Relais d'interface CR120A (Disjoncteurs & contacteurs)

3.7.1 Tel que spécifié au tableau 3, les relais d'interface de type CR120A font partie des équipements désuets à remplacer (Voir photo figure 24). En plus d'assurer une certaine protection dans la logique de contrôle, ces relais ont pour fonction principale d'assurer un lien entre les PLC et les différents contacteurs/disjoncteurs de puissance. Ils sont au nombre de 54 et localisés dans la salle des moteurs d'hélice, à l'intérieur de certains

cabinets qui intègrent des contacteurs de puissance. L'entrepreneur doit remplacer ces relais ou proposer une méthode de protection et de contrôle équivalente afin de s'adapter au nouveau système.

3.7.2 Les nouveaux relais sélectionnés doivent être de type industriel et modulaire afin de permettre un remplacement simple et facile des contacts au besoin. Un actuateur mécanique doit être présent sur chacun des relais afin de permettre une activation manuelle et un indicateur doit permettre de visualiser l'état des relais à une distance minimale de trois (3) pieds.

3.8 Mode de contrôle d'urgence (Normal et manuel)

3.8.1 Le mode de contrôle d'urgence fait partie intégrante du système DIRECTO-MATIC et celui-ci doit être remplacé (Tableau 3). L'entrepreneur doit donc prévoir la conception et l'intégration complète d'un mode d'urgence équivalent à l'intérieur du nouveau système.

3.8.2 Sur le système actuel, le mode normal d'urgence permet de faire fonctionner le moteur d'hélice dans les deux directions même si les équipements principaux de contrôle et de régulation sont défectueux. Ce mode de fonctionnement est limité à une seule génératrice par moteur. Le contrôle de la vitesse doit pouvoir s'effectuer par le télégraphe qui agit directement sur les excitatrices ou à travers un circuit de régulation rudimentaire et indépendant. La figure 3 donne un aperçu des contrôles du système actuel associés à ce mode de fonctionnement.

3.8.3 Le mode manuel d'urgence est très similaire au mode normal d'urgence. La seule différence est au niveau du contrôle de la vitesse de l'hélice qui est fait par deux (2) potentiomètres plutôt que par le télégraphe (Voir RH1 et RH2 de la figure 3).

3.8.4 Pour chacun des systèmes bâbord/tribord, le mode d'urgence doit permettre de sélectionner laquelle des trois (3) génératrices est utilisée pour alimenter le moteur. Une opération manuelle sécuritaire du contacteur de puissance correspondant doit être possible sans l'intervention du PLC principal.

3.8.5 Les sélecteurs et boutons du système de contrôle d'urgence doivent être positionnés de façon optimale afin que l'utilisateur puisse être en position debout et conserver un bon champ de vision sur les différents cadrans du système.

3.8.6 Le démarrage automatique des équipements auxiliaires (Ventilateurs & pompes) n'est plus requis dans ce mode mais doit quand même pouvoir s'effectuer manuellement à partir des démarreurs locaux de chacun des appareils.

3.8.7 Un document doit être produit afin d'expliquer en détail la procédure à suivre pour utiliser de façon sécuritaire les différentes fonctions du nouveau mode d'urgence.

3.9 Contrôle de la vitesse des diesels

3.9.1 **Remplacement des régulateurs de vitesse des diesels**

3.9.1.1 Tel qu'indiqué au tableau 3, les régulateurs de vitesse actuels « *Woodward UG-40* » et les modules de contrôle électroniques « *Woodward UG-MAS* » font partie des équipements à remplacer (Voir figure 37 à la fin de ce document).

Note : Les navires NGCC DesGroseilliers & NGCC Amundsen ne possèdent pas le même type de régulateur de vitesse. Ils sont tous les deux équipés par des modèles « Woodward PGA », controlés par des régulateurs à pression d'air.

3.9.1.2 La sélection du nouveau modèle de régulateur de vitesse et des autres équipements de contrôles associés doivent être approuvée par l'AT et le manufacturier d'origine (OEM) *Fairbanks Morse Engine*. Toutes les pièces nécessaires à la réalisation des travaux d'adaptation des nouveaux régulateurs de vitesse doivent être d'origine (OEM) et en accord avec les recommandations du manufacturier *Fairbanks Morse Engine*.

3.9.1.3 Sous la supervision de l'entrepreneur, la compagnie *Fairbanks Morse Engine* doit effectuer tous les travaux d'installation, d'ajustement et d'essais des nouveaux régulateurs vitesse. Elle doit également produire tous les dessins en lien avec cette installation, ainsi qu'une liste complète des pièces utilisées.

3.9.1.4 Le nouveau type de régulateur doit posséder un contrôle manuel qui permet de varier la vitesse localement afin d'effectuer des tests de fonctionnement avec le diesel.

3.9.1.5 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur que le nouveau type de régulateur de vitesse et ses contrôles électroniques s'adaptent correctement avec les circuits du panneau de démarrage des diesels, ainsi qu'avec le nouveau système de régulation et de contrôle de la propulsion.

3.9.2 **Régulation de la vitesse des diesels**

3.9.2.1 Le système de régulation doit permettre de contrôler la vitesse de chacun des diesels en opération sur une plage variant de 440 à 1000 RPM. Comme sur le système actuel, cette variation doit être proportionnelle à la commande de vitesse (télégraphe) sur une plage variant de 0 à 70% de sa position (avant ou arrière). (0-

70% = 440-1000 RPM). La plage supérieure à 70% (avant ou arrière) doit être stable à 1000 RPM.

Note : Afin d'assurer une compatibilité avec le nouveau système de propulsion, des spécifications différentes peuvent être proposées pour le contrôle de vitesse des diesels. Si c'est le cas, l'entrepreneur doit cependant prouver hors de tous doutes que la nouvelle façon de faire ne causera pas une usure mécanique supplémentaire des moteurs diesels dans le futur.

3.9.2.2 L'entrepreneur doit ajouter une fonction qui n'existe pas sur le système actuel et qui consiste à ceci : Installation d'un sélecteur sur la console de contrôle principale afin d'activer sur demande un mode de fonctionnement qui permet à la vitesse des diesels de demeurer stable à 1000 RPM pour une période de deux (2) minutes, même après une diminution de la demande de vitesse des télégraphes ou une mise à « STOP » de ceux-ci.

Cette fonction a pour but d'éviter des variations constantes dans la vitesse des diesels lorsque des changements fréquents sont demandés, lors des opérations d'accostage ou de déglaçage du navire par exemple. Le délai de deux (2) minutes doit pouvoir être modifié ultérieurement selon les résultats obtenus lors des essais en mer.

Cette fonction doit pouvoir être activée à tout moment, sans affecter le cours normal des opérations du navire. Lors de l'activation ou de la désactivation, cette fonction ne doit pas provoquer de changements à la vitesse des hélices ou au voltage produit par les alternateurs, ce qui nécessite un ajustement des courants d'excitation en conséquence. Lorsque cette fonction n'est pas activée, la vitesse des diesels doit réagir selon les informations fournies à l'article 3.9.2.1

3.9.2.3 Comme pour les boucles de régulation, le système doit tenir compte d'un transfert des sources de puissance G1 (#3 et #4) d'un côté à l'autre des systèmes de propulsion bâbord/tribord afin d'ajuster la vitesse des diesels. Si l'ensemble #3 est transféré vers le système tribord, c'est la manette de commande (télégraphe) tribord qui doit contrôler sa vitesse. Si l'ensemble #4 est transféré sur bâbord, c'est la manette bâbord qui doit alors agir sur la vitesse du diesel #4.

3.9.2.4 Le système doit surveiller en permanence la vitesse de chacun des diesels en fonction. Si l'un des diesels n'arrive pas à conserver sa vitesse normale de fonctionnement, la puissance demandée à l'alternateur doit être réduite automatiquement afin de libérer de la charge et permettre au diesel de reprendre sa vitesse. Dans le système actuel, cette fonction est assurée par le circuit « Diesel Load

Monitor ». Voir pages B7J et C7J des plans du système de propulsion à titre de référence.

3.10 Équipements auxiliaires

3.10.1 Le système de contrôle de propulsion doit permettre de démarrer automatiquement les pompes et les ventilateurs nécessaires au refroidissement des alternateurs, des redresseurs et des moteurs de propulsion. Cette séquence doit être préalable à toute forme de génération de puissance et le démarrage de ces appareils doit se faire de façon séquentiel afin d'éviter toute surcharge au réseau de distribution électrique. Il y a en tout dix (10) pompes et trente-deux (32) ventilateurs à contrôler, pour un total de quarante-deux (42) appareils.

3.10.2 Le système doit s'assurer du fonctionnement constant des pompes et ventilateurs par l'intermédiaire des contacts de rétroaction déjà présent sur le système. L'arrêt anormal d'un appareil doit générer une alarme et rapporter la faute sur le tableau d'affichage principal de la salle de contrôle (*Mimic*).

3.10.3 L'arrêt d'une pompe sur une faute doit permettre de démarrer automatiquement la pompe en attente (ou « Standby ») correspondante afin de maintenir le système de refroidissement en fonction. Le démarrage automatique de chacune de ces pompes en attente doit pouvoir être désactivé par l'opérateur de la salle de contrôle au besoin.

3.10.4 Tous les ventilateurs et les pompes possèdent un contrôle local individuel qui permet de forcer l'arrêt ou le démarrage des appareils (Quantité : 42). L'entrepreneur doit s'assurer que tous ces contrôles demeurent fonctionnels à la suite des travaux. En cas de panne des PLC, tous les ventilateurs et les pompes doivent pouvoir être contrôlés localement quand même.

3.10.5 Les ventilateurs de refroidissement des redresseurs sont tous démarrés lors de la mise en service du système de propulsion, même si l'alternateur associé à ce redresseur n'est pas en opération. Le but de ce démarrage est d'éliminer la chaleur produite par le passage du courant lors de l'utilisation des résistances de freinage dynamique.

3.10.6 Les éléments chauffant anti-condensation font aussi parti des équipements auxiliaires que le système doit pouvoir contrôler (Moteurs d'hélices, alternateurs et redresseurs). Il y a un total de quatorze (14) circuits pour l'alimentation des anti-condensations et ceux-ci doivent s'activer automatiquement lorsque le système de propulsion est à l'arrêt. Deux (2) thermostats sont présents à l'intérieur de chacun des moteurs d'hélice afin de limiter la température à cet endroit et l'entrepreneur doit s'assurer qu'ils sont fonctionnels et bien ajusté.

3.10.7 Sur le système actuel, huit (8) sélecteurs localisés dans la salle de contrôle permettent de forcer à l'arrêt les différents circuits anti-condensation au besoin. Le nouveau système de contrôle doit pouvoir maintenir cette fonction et les sélecteurs actuels doivent être remplacés par des modèles neufs de qualité équivalente.

3.11 Sécurité & protections

3.11.1 Au niveau des séquences logiques de contrôle et des fonctions de régulation, le nouveau système doit être conçu de manière à ce qu'il soit impossible pour un opérateur de provoquer un bris d'équipement suite à une mauvaise utilisation des différents contrôles manuels.

3.11.2 L'ensemble du système doit être conçu de manière à offrir une protection constante des personnes et des équipements de puissance en cas de panne ou perte d'alimentation sur l'un des équipements de contrôle. En d'autres mots, le nouveau système doit être entièrement « Fail-Safe ».

3.11.3 Lorsque la propulsion est en fonction, le système de contrôle doit s'assurer en permanence qu'un minimum de courant traverse le champ du moteur d'hélice. Une perte subite d'excitation doit être détectée instantanément et des mesures doivent être prises pour empêcher toute génératrice de produire un courant. Cette protection doit être totalement fiable afin d'éviter des dommages importants au moteur d'hélice en cas de perte d'excitation.

3.11.4 Par l'intermédiaire des différents contacts logiques déjà disponibles, le système doit pouvoir détecter toute défectuosité avec un diesel, un alternateur ou un redresseur afin d'ouvrir automatiquement le disjoncteur de puissance correspondant et ramener à zéro (0) le courant d'excitation de l'alternateur.

3.11.5 Lorsqu'il y a perte inattendue d'une source de puissance suite à une défectuosité, les différentes fonctions de régulation doivent pouvoir s'ajuster rapidement afin d'éviter une surcharge aux autres sources de puissance branchées en parallèle. En d'autres mots, lorsqu'il y a plus d'une source en opération, une défectuosité sur l'une d'elle ne doit jamais avoir pour conséquence une perte complète de contrôle du moteur d'hélice. Si un contacteur ou un disjoncteur de puissance s'ouvre de lui-même suite à un bris mécanique ou à une surcharge électrique, la protection doit pouvoir s'appliquer aussi.

3.11.6 Il ne doit pas être possible de mettre en marche le système de propulsion si le frein manuel d'arbre d'hélice est engagé (« Shaft Brake ») ou si le mécanisme permettant de faire tourner manuellement l'arbre d'hélice est engagé (« Turning gear »). Comme c'est le cas actuellement, l'état de ces protections doit être affiché sur la console de contrôle

principale et sur le système d'alarme pour permettre à l'opérateur d'en prendre connaissance. L'entrepreneur doit prévoir le remplacement des interrupteurs de fin de course existant par des modèles plus récent et s'assurer que le mécanisme d'activation de ces protections est fiable et bien ajusté.

3.11.7 Les circuits de puissance doivent être surveillés en continu par un système de détection de fuite à la masse. Toute faute détectée doit être relayée au système de surveillance et d'alarme, en plus d'être indiquée sur le tableau d'affichage principal de la salle de contrôle (Mimic). Ce système de détection doit permettre de conserver fonctionnel le cadran analogique qui permet un affichage du niveau d'isolation, localisé sur la console de contrôle principale.

3.11.8 Des sélecteurs manuels doivent être présent afin d'empêcher chacun des six (6) disjoncteurs principaux de fermer électriquement lors de travaux d'entretien. Ces sélecteurs existent déjà mais doivent être remplacés par des modèles neufs de qualité industrielle. Il y a deux (2) sélecteurs par disjoncteur afin de pouvoir activer la protection à partir de deux endroits différents. Une alarme doit être affichée à la console de contrôle principale pour indiquer qu'un ou plusieurs de ces sélecteurs sont activés.

3.11.9 Chacun des six (6) alternateurs de propulsion est protégé par quatre (4) modules qui déclenchent en cas d'un débalancement des phases ou une surintensité du courant (Voir figure 27). Le déclenchement de l'un de ces modules provoque automatiquement l'arrêt du courant d'excitation de l'alternateur concerné et l'ouverture de son disjoncteur, en plus de produire une alarme à la console de contrôle principale.

Tel qu'indiqué au tableau 3, ces modules de protection doivent tous être remplacés par des nouveaux modèles ou une méthode équivalente de protection qui offre au minimum le même niveau de sécurité.

Ces modules de protections sont localisés sur chacun des six (6) cabinets des redresseurs. Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'adapter mécaniquement et électriquement l'ensemble des cabinets afin de recevoir les nouveaux modules de protection.

3.12 Alarme de fausse Manœuvre (« Wrong way »)

3.12.1 Le système de propulsion actuel possède un module électronique indépendant qui permet de générer une alarme si l'une des hélices ne tourne pas dans la même direction que l'ordre reçu par la commande de vitesse (télégraphe). Ce module fait partie des équipements désuets à remplacer et l'entrepreneur doit proposer une façon d'intégrer numériquement cette fonction dans le nouveau système, tout en respectant la réglementation maritime à ce sujet.

3.12.2 Des avertisseurs sonores et visuels distinctifs doivent être présents à la timonerie et à la salle de contrôle afin de prévenir le personnel d'un problème de direction avec les hélices. Un délai doit être ajouté au déclenchement de l'alarme pour éviter son activation lors d'une période transitoire dans l'orientation de la commande de vitesse.

3.12.3 L'entrepreneur doit prévoir une méthode de simulation simple et efficace afin de tester le fonctionnement de cette alarme lorsque le navire est à quai et non opérationnel.

3.13 Excitatrices de propulsion (Moteurs & alternateurs)

3.13.1 Tel qu'indiqué au tableau 3, l'ensemble du système d'excitation doit être remplacé par de nouveaux équipements, ce qui représente un total de douze (12) excitatrices.

3.13.2 Pour chaque système de propulsion, il doit y avoir au minimum quatre (4) excitatrices pour les alternateurs et deux (2) pour le moteur, ce qui laisse une (1) excitatrice de réserve pour chaque type d'appareil. Les figures 6 et 7 donnent un aperçu des circuits d'excitation principaux du système actuel à titre de référence.

3.13.3 Les circuits d'excitation doivent être conçus de manière à ce qu'il soit possible, par une méthode simple, de mettre en fonction rapidement une excitatrice de réserve et d'utiliser celle-ci comme excitatrice principale au besoin. Dans le cas des alternateurs, l'excitatrice de réserve doit pouvoir s'adapter à n'importe lequel des trois circuits d'excitation principaux.

3.13.4 Sur le système actuel, la méthode de transfert des excitatrices de réserve est assurée par une série de six (6) prises à pôles multiples sur chacun des systèmes de propulsion (Voir figure 14). Cette solution est efficace car une simple permutation des prises permet d'intervertir les circuits d'excitation entre eux, incluant la partie puissance et la partie contrôle. Il est au choix de l'entrepreneur d'utiliser le système actuel ou de concevoir une méthode de transfert équivalente, à condition de respecter les conditions suivantes :

a) Si le système de prises est conservé, l'entrepreneur doit s'assurer que le câblage et les prises répondent à la réglementation en vigueur actuellement et que cette solution respecte toutes les exigences du fabricant des nouvelles excitatrices.

b) Si l'entrepreneur propose une nouvelle méthode de transfert des excitatrices, celle-ci doit offrir par une méthode simple les mêmes fonctionnalités et protections que l'on retrouve sur le système actuel. Entre autres protections, il ne doit pas être possible de brancher deux (2) excitatrices sur le même alternateur ou le même moteur en même temps.

3.13.5 Les nouvelles excitatrices doivent être conçues pour s'adapter au type de charge auquel elles sont branchées. Elles doivent permettre un contrôle bidirectionnel et avoir la

capacité d'être ramenées rapidement à zéro, ce qui nécessite l'intégration de circuits de décharge afin de dissiper toute énergie résiduelle.

3.13.6 Les nouvelles excitatrices doivent posséder une filtration adéquate pour ne pas induire dans le réseau des harmoniques ou des interférences qui pourraient être dommageables.

3.13.7 Toutes les excitatrices doivent pouvoir s'intégrer dans les cabinets actuels prévus à cette fin, ce qui inclut les équipements de filtrage pour les génératrices.

3.13.8 S'il est impossible d'intégrer physiquement les équipements de filtration pour les moteurs à l'intérieur des cabinets d'excitation actuels, ceux-ci pourront être localisés dans la salle des machines arrière, comme c'est le cas actuellement. Un cabinet supplémentaire pouvant résister aux éclaboussures d'eau (NEMA 3R) devra alors être fourni par l'entrepreneur afin de contenir les équipements de filtrage (Voir figure 18).

3.13.9 Le système d'excitation actuel possède une fonction qui permet de brancher une charge fictive (ou « Dummy load ») à n'importe laquelle des excitatrices pour effectuer un test de simulation en charge. Cette fonction n'est plus requise sur le nouveau système et tous les circuits associés doivent être retirés.

3.13.10 L'ensemble des composants des circuits de détection de fuite à la masse doivent être remplacés lors des travaux (section excitation). Comme sur le système actuel, la nouvelle méthode de détection doit prévoir des indicateurs lumineux afin de visualiser les fautes (Voir figure 13). Chacun des huit (8) circuits d'excitation doit également produire une alarme au système de surveillance en cas d'une baisse importante du niveau d'isolation.

3.14 Système d'alarme

3.14.1 Le contracteur doit fournir un système de monitorage et d'alarme dédié uniquement au nouveau système de contrôle de propulsion (SCP). Ce système d'alarme doit permettre de récupérer toutes les fautes et valeurs individuelles disponibles et les rendre accessibles à l'opérateur de la salle de contrôle principale.

La salle de contrôle possède déjà un système de monitorage & d'alarme afin d'afficher certaines fautes et données du SCP actuel (Voir figures 33 à 36). Ce système doit demeurer fonctionnel car il permet de surveiller l'état de fonctionnement de plusieurs autres appareils sur le navire. Le manufacturier du système d'alarme actuel est : GENERAL ELECTRIC (Logiciel CIMPLICITY PLANT EDITION 9.0).

Afin de faciliter l'intégration, l'entrepreneur peut choisir d'utiliser le même type de logiciel et adapter les écrans actuels en fonction des nouveaux équipements de propulsion qui seront ajoutés. Si tel est le cas, l'entrepreneur devra cependant fournir et

programmer deux (2) ordinateurs PC supplémentaires dédiés uniquement au nouveau SCP, qui agiront en redondance afin d'éviter les pannes.

Si l'entrepreneur propose un nouveau SCP qui intègre déjà un système d'alarme d'une autre marque, il doit s'assurer que les deux (2) systèmes d'alarme pourront s'intégrer adéquatement afin d'éviter toute confusion chez l'opérateur en charge de la surveillance.

Autres exigences concernant le monitorage des alarmes de propulsion :

3.14.2 Les fautes affichées doivent être claires et détaillées afin de permettre un diagnostic précis. Elles doivent apparaître par ordre chronologique et s'effacer seulement si l'opérateur en a pris connaissance et que la source du problème a été corrigée. Si un code d'erreur est disponible, celui-ci doit être affiché à même le message d'alarme afin d'aider à trouver l'origine de la faute. L'entrepreneur doit fournir une liste des nouvelles alarmes de propulsion et tous les détails de programmation à l'AT pour une évaluation et une approbation. La description des alarmes doit être en français et une option doit permettre de les afficher en anglais au besoin.

3.14.3 Les fautes critiques qui ont un effet direct sur la vitesse ou la puissance disponible aux hélices doivent être distinctives des autres au plan visuel et sonore afin de permettre à l'opérateur de la salle de contrôle de réagir rapidement. Une alarme sonore et visuelle distinctive doit aussi prévenir le personnel de la timonerie de cette variation dans les performances du système.

3.14.4 Le système doit être programmé de façon à éviter toutes fausses alarmes lors d'une opération normale des contrôles de propulsion. Par exemple, lorsqu'une génératrice est ajoutée ou retirée volontairement du circuit de puissance, aucune faute ne doit s'activer. Malgré cela, le système d'alarme doit pouvoir reconnaître la perte d'une génératrice suite à un problème technique et produire une faute en conséquence. Cette règle doit s'appliquer à toutes les séquences de fonctionnement.

3.14.5 Il doit être possible de désactiver (ou bloquer) une alarme spécifique par une opération simple sur l'interface opérateur du système. Toutes les alarmes désactivées doivent pouvoir être identifiées facilement et remises en fonction au besoin.

3.14.6 Le système doit permettre de conserver et afficher un historique des alarmes sur une période minimale de quatre (4) semaines et offrir une fonction de sauvegarde à plus long terme au besoin.

3.14.7 Le système d'alarme doit intégrer une série de pages permettant une représentation graphique complète des divers équipements de puissance, de contrôle et de régulation

du système de propulsion. À titre de référence, les figures 33 à 36 donnent un aperçu de certaines pages que l'on retrouve sur le système de propulsion actuel.

3.14.8 L'affichage des alarmes et autres informations doit se faire par l'intermédiaire d'un écran tactile d'une dimension minimale de 17 pouces. Une solution de rechange doit être prévue afin de permettre une visualisation des informations si cet écran est en panne.

Prendre note que la console de contrôle principale possède déjà un écran de 17 pouces afin d'afficher les alarmes/informations du système de propulsion actuel et de l'ensemble des autres équipements à bord du navire. Afin de simplifier le traitement de l'information disponible à l'opérateur de la console, l'entrepreneur doit étudier la possibilité d'afficher les alarmes et autres données du nouveau SCP sur les écrans déjà existants.

3.14.9 La conception du système d'alarme doit prévoir une redondance au niveau des composantes matérielles principales, des réseaux de communication et de la programmation afin d'en assurer le fonctionnement même s'il y a panne de l'un des équipements.

3.14.10 L'alimentation du système d'alarme doit être de type UPS (24VDC et/ou 120VAC).

3.14.11 Le système de surveillance et d'alarme doit posséder un lien de communication redondant de type IP qui permet un accès via le réseau local Ethernet de la salle des machines. Il doit être possible de visualiser toutes les informations du système d'alarme à partir d'un ordinateur portable relié au réseau (Voir section 4.4).

3.15 Interface utilisateur (Contrôles & affichages)

3.15.1 **Généralités**

3.15.1.1 Le système de propulsion actuel possède essentiellement des contrôles manuels et des dispositifs d'affichage sur quatre (4) consoles, soit :

a) La console principale de la salle des machines (Figure 30)
b) La console centrale de la timonerie
c) La console latérale bâbord de la timonerie
d) La console latérale tribord de la timonerie

3.15.1.2 Si de nouveaux sélecteurs, boutons poussoirs ou toutes autres méthodes de contrôle sont ajoutés sur les différentes consoles, ils doivent être conçus et placés de manière à éviter une activation accidentelle, tout en offrant une accessibilité et une ergonomie satisfaisante pour le personnel responsable des opérations.

3.15.1.3 Tous les boutons poussoirs, les sélecteurs et les dispositifs d'affichage qui ne sont pas réutilisés à l'intérieur du nouveau système doivent être enlevés. Le trou laissé par le retrait d'un contrôle manuel ou d'un dispositif d'affichage doit être colmaté adéquatement afin de ne laisser aucune trace. À la suite des travaux, les quatre (4) consoles doivent offrir une apparence professionnelle et homogène.

3.15.1.4 Les nouveaux plans et dessins du système de propulsion doivent intégrer tous les anciens dispositifs d'affichage et de contrôle qui sont conservés. Les différents fils et borniers de raccordement doivent être identifiés de manière à permettre une association directe avec les nouveaux plans.

3.15.2 **Console de contrôle principale (Salle des machines)**

3.15.2.1 En ce qui concerne la console de contrôle principale localisée dans la salle des machines (Figure 30), tous les contrôles manuels en lien avec l'actuel système de propulsion doivent être remplacés ou éliminé s'ils ne sont plus requis. Les nouveaux sélecteurs ou boutons poussoirs installés doivent être de qualité équivalente ou supérieur aux composants actuels.

3.15.2.2 La console de contrôle principale de la salle des machines possède un total de soixante-douze (72) cadrans analogiques afin d'afficher différentes valeurs importantes (Voir figure 30). À ceci s'ajoute huit (8) cadrans localisés sur les différentes consoles de la timonerie afin d'afficher la vitesse de révolution des hélices. Le nouveau système de contrôle et de régulation doit permettre à tous ces cadrans de demeurer fonctionnels.

3.15.2.3 L'entrepreneur doit prévoir une méthode simple afin qu'il soit possible de calibrer individuellement tous les cadrans, incluant ceux que l'on retrouve sur les consoles de la timonerie. Cette calibration peut s'effectuer de façon analogique ou informatique/numérique et doit être accessible à un technicien qualifié de la GCC. Les cadrans en question sont :

a) Vitesse des diesels (Quantité : 6)
b) Voltages & courants AC au stator des alternateurs (Quantité : 12)
c) Voltages & courants DC à l'armature des moteurs d'hélice (Quantité : 4)
d) Voltages & courants DC à la sortie des redresseurs (Quantité : 12)
e) Courant DC au champ des moteurs d'hélice (Quantité : 2)
f) Vitesse des hélices (Quantité : 10) (Incluant 8 à la timonerie)
g) Niveau d'isolation électrique des circuits de puissance (Quantité : 2)
h) Ordre de commande du gouvernail (Quantité : 1)
i) Position du gouvernail (Quantité : 1)

Parmi les soixante-douze (72) cadrans de la console de contrôle principale, trente (30) sont localisés à l'intérieur des deux (2) cabinets qui hébergent les systèmes de régulation et de contrôle (*DIRECTO-MATIC*) :

j) Voltages & courants DC au champ des moteurs d'hélice (Quantité : 4)
k) Voltages & courants DC au champ des alternateurs (Quantité : 12)
l) Voltages AC & DC des différents circuits d'alimentation (Quantité : 14)

Note : Les cadrans pour l'affichage des voltages d'alimentation AC ou DC doivent être adaptés par l'entrepreneur en fonction des nouveaux circuits d'alimentation offerts avec le nouveau système. Cette information peut également être affichée sur le nouveau système d'alarme à la place.

3.15.2.4 Parmi les cadrans analogiques situés sur la console de contrôle, les deux (2) servants à afficher la vitesse de révolution des hélices (RPM) doivent être remplacés par des neufs. Les deux (2) nouveaux cadrans doivent être de même dimension et intégrer un affichage analogique et numérique dans le même boîtier (Voir Marque : Crompton, modèle : 007-DI).

3.15.2.5 Une vérification et une calibration individuelle de tous les autres cadrans doit être faite afin de s'assurer que les valeurs affichées représentent bien la réalité. Un certificat de calibration doit être émis pour tous les cadrans et remis à l'AT.

Tous les cadrans défectueux qui ne permettent pas une calibration acceptable devront être remplacés par des neufs. Les nouveaux cadrans installés doivent être du même modèle et posséder une échelle de graduation identique.

3.15.3 **Panneau d'affichage de la propulsion (« MIMIC »)**

3.15.3.1 La console de contrôle principale actuelle possède un panneau d'affichage composé d'une série de 157 indicateurs lumineux de type LED (Figure 31). Ce panneau permet d'offrir une vue d'ensemble des contrôles de propulsion par une représentation visuelle de l'état logique des éléments principaux du système : Contacteurs, disjoncteurs, excitatrices, diesels, alternateurs, moteurs, équipements auxiliaires, protections, etc.

3.15.3.2 L'entrepreneur peut conserver le panneau d'affichage actuel ou choisir de le remplacer complètement afin de faciliter l'intégration au nouveau système.

Si le panneau d'affichage (Mimic) est remplacé, la nouvelle méthode d'affichage doit cependant respecter la totalité des exigences suivantes :

a) Posséder des dimensions très semblables afin qu'il soit possible à plusieurs personnes en même temps de visualiser clairement les informations affichées.
b) Minimiser les changements dans la représentation graphique du système de propulsion afin de réduire l'impact sur le personnel en charge de la surveillance.
c) Limiter à un délai de ½ seconde (500ms) la mise à jour de l'état des éléments ou des systèmes affichés. Autrement dit, si un disjoncteur de puissance ouvre suite à une faute, l'opérateur doit pouvoir visualiser ce changement à l'intérieur de ½ seconde (500ms) sur le panneau d'affichage.
d) Offrir une option secondaire pour l'affichage et la visualisation des états logiques si le panneau principal est défectueux (Voir figure 33).

Si le panneau d'affichage (MIMIC) actuel est conservé, il devra être adapté et modifié afin d'être entièrement compatible avec les nouveaux contrôles de propulsion. Il devra également s'intégrer parfaitement aux nouveaux plans produits par l'entrepreneur.

3.15.4 **Consoles de la timonerie**

3.15.4.1 Les trois (3) consoles de la timonerie intègrent plusieurs éléments d'affichage et de contrôle en lien avec le système de propulsion. Ces éléments sont :

a) Commandes de vitesse (télégraphe) sur chacune des trois (3) consoles
b) Boutons de transfert des commandes de vitesse entre la timonerie et la console de contrôle de la salle des machines (Console centrale)
c) Indicateurs de disponibilité des génératrices de propulsion (Console Centrale)
d) Indicateurs d'état des disjoncteurs/contacteurs de puissance (Console centrale)
e) Indicateurs d'état des moteurs d'hélice (Console centrale)
f) Indicateurs de faute « Hélice bloquée » (ou « STALL ») (3 consoles)
g) Indicateurs de faute « Fausse manœuvre » (ou « Wrong way ») (3 consoles)
h) Cadrans analogiques pour la vitesse des hélices (3 consoles) (Quantité : 8)
i) Boutons d'ajustement de l'intensité lumineuse indicateurs/cadrans (3 consoles)
Note : l'ajustement d'intensité doit être possible sur une plage de 5% à 100%

3.15.4.2 Le nouveau système doit intégrer les différents éléments de contrôle et d'affichage qui existent actuellement sur les trois (3) consoles de la timonerie. La GCC offre la possibilité à l'entrepreneur d'effectuer des modifications sur les consoles, si nécessaire.

3.15.4.3 Tous les cadrans analogiques servants à afficher la vitesse de révolution des hélices (RPM) doivent être remplacés par des neufs. Les huit (8) nouveaux cadrans doivent

être de même dimension et intégrer un affichage analogique et numérique dans le même boîtier (Voir Marque : Crompton, modèle : 007-DI). Ces nouveaux cadrans doivent tous posséder une fonction de rétro-éclairage et il doit être possible dans diminuer l'intensité lumineuse au besoin.

3.15.4.4 Il est au choix de l'entrepreneur de conserver ou de remplacer certains des autres contrôles manuels et dispositifs d'affichage sur les trois (3) consoles de la timonerie. Malgré tout, il doit conserver au minimum les fonctions actuelles ou un équivalent de celles-ci, tout en s'assurant d'une intégration complète avec le nouveau système de contrôle de propulsion.

Si l'entrepreneur propose de remplacer certains contrôles manuels et dispositifs d'affichage sur les consoles de la timonerie, il est de sa responsabilité d'adapter adéquatement et entièrement la configuration physique et électrique de ces consoles.

3.16 Alimentation électrique des équipements de contrôle

3.16.1 Tous les circuits d'alimentation disponibles pour le contrôle de la propulsion du navire *NGCC Pierre Radisson* sont présentés dans le tableau 15. C'est à partir de ces sources que l'ensemble des systèmes de contrôle doivent être alimentés.

3.16.2 Comme c'est le cas actuellement, la distribution électrique doit être conçue de manière à permettre une alimentation des différents circuits principaux par une source secondaire au besoin. Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de reconfigurer ou modifier l'ensemble des circuits d'alimentation actuels afin que ceux-ci s'adaptent au nouveau système et qu'ils soient adéquatement protégés contre les courts-circuits et les surcharges.

3.16.3 L'entrepreneur doit fournir tous les blocs d'alimentation nécessaires au bon fonctionnement du système. Chacun des systèmes bâbord/tribord doit posséder sa propre source et une alimentation supplémentaire d'urgence (UPS) doit être prévue pour chacun des systèmes en cas de panne avec l'une des alimentations principales.

3.16.4 Tous les disjoncteurs internes qui alimentent les différents circuits du système de propulsion actuel doivent être remplacés par des neufs ou éliminés s'ils ne sont plus requis. Les disjoncteurs énumérés dans le Tableau 15 ne font pas partie de ceux à remplacer.

3.16.5 Les différents fusibles et supports de fusibles qui datent de la mise en service du navire (1978) doivent tous être remplacés dans le cadre de ce projet ou éliminés s'ils ne sont plus requis. Quand cela est possible, les nouveaux fusibles ou supports de fusibles

doivent intégrer une indication visuelle qui permet de reconnaître rapidement un fusible défectueux (circuit ouvert).

3.16.6 Les différents transformateurs présentement en opération sur les circuits d'alimentation du système actuel peuvent être conservés ou reconfigurés afin de s'adapter aux nouveaux équipements de contrôle. Si c'est le cas, un test d'isolation doit cependant être effectué sur la partie primaire et secondaire de chacun des transformateurs afin de s'assurer qu'ils respectent un seuil minimum de 100 Mégohms à une tension de 500 Volts.

3.16.7 Le système doit permettre de superviser l'ensemble des sources d'alimentation primaires et secondaires de la partie contrôle (460VAC, 120VAC, 24VDC ou autres). Une perte d'alimentation doit être détectée rapidement et une faute doit être relayée au système d'alarme pour prévenir l'opérateur. Si cette perte d'alimentation provoque une coupure sur un circuit essentiel de contrôle et de régulation, une action doit être prise rapidement afin d'éviter tout dommages aux équipements de puissance.

3.16.8 Les différentes prises de courant standards (120 Volts AC) que l'on retrouve dans les différents cabinets ou à proximité ceux-ci doivent tous demeurer fonctionnelles à la suite des travaux. Cette exigence est également valable pour les dispositifs d'éclairage intégrés à la console de contrôle principale.

3.17 Automates programmables (PLC)

3.17.1 **Généralités**

Le but principal des nouveaux PLC de propulsion est d'intégrer numériquement le plus de fonctions possible afin de réduire au maximum les nombreux circuits analogiques présent dans le système actuel, particulièrement ceux du système de contrôle et de régulation (*DIRECTO-MATIC)*. Le contracteur peut également proposer un système indépendant afin d'assurer la régulation, si nécessaire.

3.17.2 **Spécifications des nouveaux des PLC**

3.17.2.1 Les PLC doivent posséder des fonctions avancées de programmation et une rapidité de calcul suffisante afin d'intégrer numériquement les boucles de régulation qui sont effectuées, dans le système actuel, par des circuits analogiques.

3.17.2.2 Les PLC doivent être de conception modulaire et appartenir à la plus récente génération d'appareil proposé par le fabricant dans la catégorie choisie. Au même titre, les différents modules utilisés afin de concevoir l'ensemble du PLC doivent être de la plus récente version disponible.

3.17.2.3 Les modules Entrées/Sorties (E/S) doivent être conçus de façon à permettre un remplacement rapide et facile, sans qu'il soit nécessaire de débrancher individuellement les circuits (Type « Plug-in »).

3.17.2.4 Les modules E/S doivent disposer de 10% de points de réserve pour chaque type de points en prévision de modifications ou ajouts futurs.

3.17.2.5 Chaque système de propulsion (Bâbord/Tribord) doit posséder deux (2) PLC opérants en redondance de façon permanente, pour un total de quatre (4) PLC. L'arrêt d'un PLC sur une faute matérielle ou logicielle ne dois jamais causer l'arrêt du système de propulsion sur lequel il est installé.

3.17.2.6 Le lien entre les PLC principaux et les modules E/S doit utiliser le standard industriel PROFINET redondant comme mode de communication. Si un câble ou une carte de communication fait défaut, le lien doit pouvoir être maintenue sans interruption avec les modules E/S sur chacun des systèmes de propulsion.

3.17.2.7 Chacun des PLC doit posséder un lien de communication redondant de type IP permettant d'accéder à la programmation via un ordinateur portable relié au réseau local de la salle des machines du navire.

3.17.2.8 Les fautes internes de tous les PLC et modules E/S doivent être transmises au système de surveillance et d'alarme de la propulsion pour affichage. Si ces fautes nécessitent l'intervention d'un technicien afin d'en comprendre la signification ou l'origine, la méthode d'affichage de ces fautes doit être distinctive par la couleur ou une autre méthode afin d'éviter toute confusion chez l'opérateur en poste à la console de contrôle principale.

3.17.3 **Programmation des PLC**

3.17.3.1 La programmation du PLC doit être structurée en plusieurs sous-routines clairement identifiées qui intègrent chacune des fonctions semblables à l'intérieur du système.

3.17.3.2 Chaque ligne ou groupe de ligne de programme qui effectue une opération spécifique doit être commenté adéquatement en anglais et en français afin de permettre une compréhension claire de sa fonction.

3.17.3.3 Les données de programmation doivent être soumises à l'AT pour une vérification.

3.17.3.4 Les ordinateurs portables servant d'outil de programmation et de dépannage doivent posséder une licence valide donnant accès à tous les droits nécessaires pour une programmation et une configuration complète de l'ensemble du système. Les différents logiciels doivent être de la plus récente version disponible par le fabricant.

(Voir section 4.4.1 pour des informations supplémentaires sur les ordinateurs portables)

3.17.3.5 Les ordinateurs portables doivent pouvoir communiquer avec le PLC via le réseau IP ou directement sur l'appareil via un lien de communication direct et distinct.

3.17.3.6 Les ordinateurs portables doivent permettre l'accès à toutes les Entrées/Sorties du PLC, tant analogiques que numériques. Il doit être possible d'en visualiser l'état en temps réel et d'en changer (forcer) l'état pour fin de diagnostic et de dépannage. Il doit également être possible de visualiser le fonctionnement du procédé programmé en temps réel.

4.0 Tests en usine, mise en service & support

4.1 Tests d'acceptation en usine (FAT)

Le contracteur doit réaliser des essais en usine afin de démontrer que la nouvelle méthode de régulation proposée pourra réagir aussi rapidement et efficacement que le système analogique actuel. Ces tests doivent prouver de façon claire que le courant d'armature des moteurs de propulsion pourra être maintenu en permanence à l'intérieur des limites sécuritaires d'opération, peu importe la charge appliquée aux hélices et la vitesse de variation de cette charge.

Le contracteur doit aussi faire la démonstration du fonctionnement et de l'efficacité de ces systèmes et protections :

a) Protection des moteurs d'hélice en cas de perte d'excitation (Voir section 3.11.3)
b) Protection des moteurs d'hélice dans une situation de rotor bloqué (Voir section 3.4.5)
c) Fonctionnement du système de contrôle d'urgence (Voir section 3.8)
d) Fonctionnement des excitatrices pour moteurs et alternateurs (Voir section 3.13)
e) Fonctions de redondance pour PLC et autres systèmes critiques (section 3.17.2.6)

En résumé, les tests en usine doivent prouver hors de tous doutes que le nouveau système de propulsion proposé peut offrir des performances équivalentes ou supérieures au système actuel.

Tous les tests d'acceptation en usine (FAT) devront être réalisés en présence de l'AT et d'un représentant de la société de classification engagée par le contracteur (Voir section 1.10.2).

4.2 Mise en service du navire

4.2.1 Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de développer un programme détaillé de mise en service qui permet de tester le fonctionnement individuel des différents équipements ainsi que l'ensemble du système de propulsion et de ses performances en général. Ceci inclus une vérification préalable de toutes les protections et alarmes, ainsi qu'une vérification et une calibration de tous les signaux de rétroactions (ou « Feedback »).

4.2.2 Une liste complète des défectuosités potentiels doit être élaborée par l'entrepreneur afin d'évaluer en détail les conséquences du bris d'un équipement ou une perte d'alimentation sur l'un des circuits de contrôle du système de propulsion (« Failure Mode & Effects Analysis »). Chacun des problèmes potentiels détaillés dans la liste devra être testé en situation réelle de fonctionnement afin de s'assurer que le système est bien protégé en cas de panne.

4.2.3 Des essais en mer doivent être planifiés afin d'analyser les performances du système dans différentes conditions d'utilisation. Les résultats obtenus suite à ces tests doivent être comparés aux performances observés sur l'ancien système de contrôle afin de mesurer l'efficacité du nouveau système. Il est de la responsabilité de l'entrepreneur d'effectuer toutes les modifications et/ou ajustements nécessaires afin d'obtenir des performances équivalentes ou supérieures.

4.2.4 Tous les détails et procédures entourant le programme de mise en service doivent être présentés à l'autorité technique (AT) au moins trois (3) mois avant la date prévue du début des tests.

4.2.5 Tous les résultats des tests et autres données recueillies pendant le programme de mise en service doivent être documentés et remis à l'AT pour une évaluation.

4.3 Garantie et support technique

4.3.1 Une garantie incluant un support technique complet doit être offerte pendant une période d'un an (1) ans suivant la date de mise en service du navire et l'approbation finale du nouveau système de contrôle. Pendant cette période, l'entrepreneur doit fournir les services de techniciens qualifiés en cas de panne ou lors de tout problème opérationnel avec le nouveau système. Si nécessaire, un technicien doit pouvoir rejoindre la base de la Garde Côtière de la ville de Québec à l'intérieur d'un délai maximal de 48 heures. Cette garantie doit inclure l'expertise, la main d'œuvre, le coût de remplacement des pièces défectueuses et tous les frais de voyagement. Si le navire se trouve dans une région autre que la Ville de Québec, la Garde Côtière assumera les frais de voyage supplémentaires qui pourraient être nécessaires afin de rejoindre le navire.

Pendant cette période d'un (1) an, l'entrepreneur doit également assumer tous les travaux et l'achat d'équipements supplémentaires qui peuvent être requis afin de corriger certaines anomalies dans la conception d'origine du système de contrôle.

4.3.2 Pendant une période de cinq (5) ans suivant la date de mise en service, l'entrepreneur doit fournir une mise à jour de tous les logiciels et de toutes les licences que l'on retrouve sur les différents équipements informatiques du système (fixes et portatifs). Cette mise à jour doit être effectuée minimalement une fois par année et inclure les services d'un technicien. La mise à jour s'applique aussi aux micro-logiciels (ou « Firmware ») que l'on retrouve sur les différents équipements à l'intérieur du système, si nécessaire.

4.3.3 Les termes de la garantie s'appliquent au navire *NGCC Pierre Radisson* mais devront être reconduits individuellement pour chacun des navires supplémentaires qui pourraient recevoir le nouveau système de propulsion suite à l'application d'options au contrat.

4.3.4 Le nouveau système de propulsion doit permettre un lien de communication à distance des équipements de contrôle principaux afin de permettre un support technique extérieur et direct lorsque le navire est dans une région éloignée et difficile d'accès. La Garde Côtière s'engage à fournir un lien de communication de type IP pour le transfert des données entre le navire et les bureaux de la Garde Côtière. Par mesure de sécurité, ce lien de communication doit pouvoir être désactivé localement au besoin.

4.4 Outils d'entretien et de vérification

4.4.1 L'entrepreneur doit fournir deux (2) ordinateurs portatifs robustes intégrant tous les logiciels, licences et accessoires nécessaires afin de permettre une visualisation des informations et un contrôle du système d'alarme. Chacun de ces deux (2) ordinateurs doit également intégrer tous les logiciels, licences et accessoires permettant de communiquer avec les automates programmables (PLC) du système de contrôle. Ces ordinateurs doivent être neufs. Voir section 3.17.3 pour plus d'information sur ces ordinateurs portables.

4.4.2 L'entrepreneur doit également fournir tous les outils supplémentaires spéciaux qui peuvent être requis afin d'effectuer un entretien et une vérification complète des différents équipements du système de contrôle. Ces outils doivent être neufs et offert en double.

4.5 Pièces de rechange

4.5.1 Une liste détaillée des pièces de rechange requises à bord du navire doit être proposée par l'entrepreneur au moins trois (3) mois avant le retour en service prévu du navire. Cette liste doit répondre aux besoins de maintenance pour une durée de cinq (5) ans minimum. L'entrepreneur doit tenir compte du fait que le navire est souvent opérationnel dans des régions éloignées difficiles d'accès et que l'Officier Électricien à bord du navire se doit d'être autonome afin d'effectuer des réparations. La liste doit inclure le prix unitaire des pièces à cette date en dollars canadiens.

4.5.2 Les pièces de rechange achetées par la GCC doivent pouvoir être installées rapidement sur le système de propulsion en cas de panne. L'entrepreneur doit donc effectuer le montage mécanique, la programmation ou la calibration préalable de certaines pièces lorsque cela est nécessaire.

5.0 Documentation & formation

5.1 Généralités

5.1.1 L'entrepreneur doit fournir tous les manuels d'opération et d'entretien, ainsi que tout le matériel et les documents nécessaires à la formation du personnel.

5.1.2 La conception des manuels doit se faire dans le respect des principes généraux décrit à la section 9.2 du document IEEE 45 (Édition 2002). Ils doivent intégrer différentes sections clairement identifiées et être conçus de manière à fournir une information claire et précise de l'ensemble du système de propulsion, en français et en anglais.

5.1.3 Tous les manuels doivent être présentés sous le format 8.5x11 pouces dans des reliures à anneaux standard de bonne qualité. En plus des manuels imprimés, une version numérique PDF (Adobe) de l'ensemble des documents doit être fournie. Si certains schémas ou diagrammes bloc sont préalablement dessinés en format DWG (AutoCAD) ou autres, cette version de fichier doit également être incluse numériquement.

5.1.4 Une première version numérique des différents manuels doit être présentée à l'AT au moins un (1) mois avant de produire la version finale et offrir la formation au personnel.

5.2 Manuel d'opération

5.2.1 Le manuel d'opération doit inclure toute l'information nécessaire à une analyse complète des différentes fonctions et procédures en lien avec l'utilisation du système, en français et en anglais.

5.2.2 Afin d'ajouter à la compréhension, le texte descriptif doit être accompagné de schémas, diagrammes et/ou photos permettant une représentation visuelle des différents éléments présentés.

5.2.3 Une section de ce manuel doit permettre de comprendre les différentes fonctions offertes par le système de monitorage et d'alarme, en plus d'offrir une description des fautes potentiels et des solutions possibles.

5.2.4 La version finale du manuel d'opération doit être livrée en quatre (4) copies papier (incluant une version anglaise et française). Chaque série de manuels doit inclure un DVD qui intègre l'ensemble des documents en format numérique.

5.3 Manuel d'entretien et de dépannage

5.3.1 Ce manuel doit s'adresser à des techniciens qualifiés et fournir en détail toute l'information nécessaire à la compréhension, la réparation et l'entretien du système de propulsion. En plus des documents réalisés par l'entrepreneur, ce manuel doit inclure l'ensemble des documents produits par les fabricants des différents équipements et composants. Selon la méthode d'organisation et la quantité de pages, ce manuel peut être présenté en plusieurs volumes au besoin.

5.3.2 Voici une description simplifiée des éléments que le manuel doit au minimum offrir :

a) Description globale du système (conception, spécifications & fonctionnement);
b) Diagrammes blocs et logique d'opération des systèmes;
c) Vue d'ensemble, spécifications et fonctionnalités des circuits d'alimentations;
d) Spécifications et détails techniques du système de monitorage et d'alarme;
e) Fonctionnement et détails des systèmes de protection et d'urgence;
f) Liste centralisée des entretiens périodiques recommandés;
g) Méthodes de vérification du fonctionnement des équipements et des protections;
h) Procédures de dépannage, d'ajustement et de calibration;
i) Méthodes de remplacement des composants principaux;
j) Procédures pour tests d'isolation sécuritaires sur les moteurs et les alternateurs;
k) Liste complète des défectuosités/alarmes potentiels et des solutions possibles;
l) PLC, Entrées/Sorties (E/S), réseaux de communication et redondance;
m) Utilisation de l'ordinateur et du logiciel de programmation (PLC);
n) Programme logique (PLC) et paramétrage des différents équipements

5.3.3 Afin de faciliter la mise en inventaire et l'achat de pièces de rechange, un document doit aussi être réalisé afin de répertorier l'ensemble des composants du nouveau système de contrôle. Ce manuel doit inclure au minimum les informations suivantes :

a) Le numéro de référence du fabricant de la pièce;
b) Le nom du fabricant;
c) Une description détaillée incluant le modèle et les spécifications principales;
d) La quantité de pièces identiques que l'on retrouve sur le système;
e) La localisation physique de la pièce;
f) Une référence à un schéma électrique (S'il y a lieu);
g) Le prix de chacune des pièces (sur une liste datée et présentée à part)

5.3.4 Comme pour le manuel d'opération, la version finale du manuel d'entretien doit être livrée en quatre (4) copies papier (incluant une version anglaise et française). Chaque

série de manuels doit également inclure un CD qui intègre l'ensemble des documents en format numérique PDF.

5.3.5 Une copie de sauvegarde numérique (ou « Backup ») de la version finale des fichiers de programmation doit être fournie à la fin du projet, ce qui inclut :

a) Programmation et paramétrage des PLC et des modules Entrées/Sorties (E/S)
b) Programmation et paramétrage du système de surveillance et d'alarme
c) Autres fichiers numériques utilisés dans le paramétrage des autres équipements

5.4 Rapports de tests et certificats d'inspection

5.4.1 Un manuel supplémentaire doit permettre de regrouper l'ensemble des documents officiels en lien avec la certification des installations et la mise en service du nouveau système, ce qui inclut les différents tests en usine et autres essais effectués à bord du navire. Il est de la responsabilité de l'entrepreneur de maintenir à jour le manuel original et de s'assurer de l'exactitude des données recueillies.

5.4.2 L'entrepreneur doit s'assurer que l'autorité technique (AT) de la GCC possède en permanence une copie à jour de tous les documents et certificats produits.

5.5 Formation du personnel

5.5.1 **Généralité**

La formation du personnel de la GCC doit être incluse à même ce contrat et offerte par un ou plusieurs représentants techniques impliqués directement dans la réalisation du projet. Si l'un des équipements nécessite une expertise supplémentaire, l'entrepreneur doit engager les services d'un technicien expert afin de couvrir correctement l'ensemble de la formation.

Les différents documents de référence utilisés pour la formation doivent être présentés à l'AT au moins quatre (4) semaines avant le début du programme.

La formation doit être donnée à la base de la Garde Côtière de la Ville de Québec. Une salle de réunion sera offerte gratuitement par la GCC au besoin.

5.5.2 **Formation des opérateurs (Officiers mécaniciens & électriciens)**

5.5.2.1 Une formation doit être offerte au personnel de la GCC en charge de l'opération et de la surveillance du nouveau système de contrôle de propulsion. D'une durée de vingt (20) heures minimum pour chacune des sessions, cette formation doit être

présentée à deux (2) reprises, peu de temps avant le retour en service complet du navire. Le nombre de participant anticipé est de dix (10) par séance de formation. Cette formation doit être présentée en langue française.

5.5.2.2 Cette formation doit permettre à chacun des participants de se familiariser avec les éléments suivants :

a) Vue d'ensemble du système et de son fonctionnement;
b) Manipulation des différents contrôles manuels, familiarisation avec les modes et séquences d'opération en situation réelle;
c) Interprétation des indicateurs et cadrans de la console de contrôle principale afin d'évaluer correctement l'état du système en général;
d) Fonctionnement du système d'alarme et interprétation des fautes;
e) Fonctionnement et ajustement des régulateurs de vitesse pour les diesels;
f) Mise en situation de problèmes techniques potentiels et actions requises afin de maximiser la rapidité et l'efficacité des interventions.

5.5.2.3 À titre d'aide-mémoire, l'entrepreneur doit fournir à chacun des participants un document qui résume de façon simple l'ensemble des informations pertinentes pour une opération et une surveillance efficace du système. Ce document doit être relié adéquatement et inclure une version française et anglaise. Deux (2) copies supplémentaires de ce document de formation doivent être produites pour une consultation générale à bord du navire.

5.5.2.4 Si la conception du nouveau système de propulsion provoque des changements sur les différentes consoles de navigation (affichage et/ou contrôles), une formation supplémentaire doit être offerte au personnel de la timonerie afin d'expliquer les modifications (Commandant, officiers de navigation et timoniers). La durée de cette formation doit être adaptée en fonction des changements apportés.

5.5.3 **Formation des techniciens (Officiers Électriciens)**

5.5.3.1 Cette formation s'adresse aux techniciens de la GCC responsables de l'entretien et de la réparation du système de propulsion. D'une durée de trente-cinq (35) heures minimum pour chacune des sessions, cette formation doit être présentée à deux (2) reprises, peu de temps avant le retour en service complet du navire. Cette formation doit offrir un survol théorique et pratique de l'ensemble des informations présentées dans le manuel d'entretien et de dépannage, tout en s'adaptant aux connaissances

générales de l'ensemble des participants. Le nombre de participant anticipé est de cinq (5) par séance.

5.5.3.2 Vue la grande quantité de matière à couvrir, la formation doit concentrer son attention sur les éléments importants et offrir des solutions pratiques afin de permettre aux techniciens de réagir rapidement et efficacement lors d'une panne.

5.5.3.3 Un manuel de formation doit être offert à chacun des participants afin de résumer l'ensemble des éléments importants que l'on retrouve dans le manuel d'entretien. Deux (2) copies supplémentaires de ce manuel de formation doivent être produits pour une consultation générale à bord du navire.

Tableaux de référence

Tableau de référence sur les performances du navire (Voir section 2.1.2)

À titre de référence, le tableau 7 donne des informations sur les performances du système de propulsion actuel en termes de temps de réponse.

Manœuvre	**Nombre de diesel**	**Vitesse Hélice** (RPM)	**Vitesse Navire** (nœuds)	**Temps** (secondes)	**Distance** (milles nautiques)
Stop à Avant toute	2	123		23	
	4	154		22	
	6	180		29	
Stop à Arrière toute	2	116		18	
	4	154		21	
	6	175		18	
Avant toute à arrière toute	2	123/116		26	
	4	154/154		21	
	6	181/175		23	
Arrêt d'urgence				**Temps d'arrêt**	**Distance d'arrêt**
Avant toute à arrière toute	2	123	12.5	2m 13 sec.	0.20 mn
	4	154	15.8	1m 33 sec.	0.16 mn
	6	181	16.9	1m 27 sec.	0.17 mn
Arrêt par inertie				**Temps d'arrêt**	**Distance d'arrêt**
Avant toute à Stop	2	123	12.5	13m 47 sec.	0.87 mn
	4	154	15.8	16m 19 sec.	1 mn
	6	181	16.9		

Conditions lors des manœuvres	
Profondeur :	Eau profonde
Vent :	Léger
Mer :	Calme avec légères vagues
Déplacement :	7598 TM
Tirant d'eau moyen :	6.85 m
Assiette :	10 cm sur l'arrière

Tableau 7 - Performances & caractéristiques du système de contrôle actuel

Tableau des valeurs nominales en fonction du nombre de génératrices

À titre de référence, le tableau 8 présente différentes valeurs nominales du système de propulsion actuel en fonction du nombre de génératrices utilisées. Le nouveau système de propulsion peut offrir une méthode de régulation légèrement différente mais il doit respecter les limites maximales de chacun des équipements et maximiser en permanence l'efficacité du système en général.

Valeurs nominales au moteur DC sur une demande maximale du télégraphe			
Sélecteur de puissance : 100%			
Génératrices en ligne :	1 GEN	2 GEN	**3 GEN**
Vitesse Nominale (max) :	121 RPM	154 RPM	**175 RPM**
Vitesse « Bollard » :	x	x	**140 RPM**
Voltage (fixe) :	833 VDC	833 VDC	**833 VDC**
Courant Nominal (max) :	2150 A	4300 A	**6450 A**
Puissance Nominale (max) :	2267 HP	4533 HP	**6800 HP**
Sélecteur de puissance : 110%			
Génératrices en ligne :	1 GEN	2 GEN	**3 GEN (MAX)**
Vitesse Nominale (max) :	125 RPM	158 RPM	**181 RPM**
Vitesse « Bollard » :	x	x	**145 RPM**
Voltage (fixe) :	870 VDC	870 VDC	**870 VDC**
Courant Nominal (max) :	2262 A	4525 A	**6787 A**
Puissance Nominale (max) :	2493 HP	4987 HP	**7480 HP**
Courant champ (approximatif) :	110 A	70 A	**58 A**

Tableau 8 - Valeurs nominales du système de propulsion

Spécifications des équipements de puissance à contrôler

	Moteurs de Propulsion (Quantité : 2)
Fabricant :	General Electric
Modèle :	MCF/150 (EN 101168)
Type :	DC shunt, 14 pôles, Réversible, Armature simple
Valeurs nominales à 100% :	6800 HP, 140/175 RPM, 833 VDC, 6440 A
Valeurs nominales à 110% :	7480 HP, 145/181 RPM, 870 VDC, 6787 A (en continu)
Couple :	200% de couple à 175% du courant d'armature
Champ d'excitation :	1.75 ohms@100oC, 10 Henries, 140 VDC max.
Refroidissement AIR :	4x Ventilateurs
Refroidissement EAU :	1x Pompe (+ 1x « Standby » commune au 2 moteurs)

Tableau 9 - Spécification des moteurs de propulsion

	Alternateurs de Propulsion (Quantité : 6)
Fabricant :	General Electric
Modèle :	AHI (131017)
Type :	Alternateur synchrone, 6 phases
Vitesse Nominale :	1000 RPM
Valeurs nominales à 100% :	665 VAC, 50 Hz, 6 phases, 890 A 2050 KVA / 1804 KW / 2420 HP
Valeurs nominales à 110% :	700 VAC, 50 Hz, 6 phases, 940 A 2280 KVA / 2006 KW / 2691 HP
Facteur de puissance :	0.88
Excitation à 100% :	117 VDC, 55 A
Excitation à 110% :	126 VDC, 60 A
Champ (Résistance):	1.23 ohms@25oC
Refroidissement AIR :	2x Ventilateurs (+ 1x "make-up blower")
Refroidissement EAU :	3x Pompes (+2 « Standby ») pour les 6 alternateurs

Tableau 10 - Spécification des alternateurs

	Redresseurs de Propulsion (Quantité : 6)
Fabricant :	General Electric
Type :	12 Diodes en pont (Conversion 6 phases Alternateurs AC)
Nominale (Entrée) :	415 VAC (L-N), 950 A, 6 phases, 50 Hz
Nominale (Sortie) :	879 VDC, 2045 KW, 2327 A-DC (Continu) 2556 A/DC (pour une période de 2 heures)
Temp. Air :	40oC Moyen max.
Refroidissement AIR :	1x Ventilateur dans chacun des redresseurs
Refroidissement EAU :	3x Pompes (+2 Standby) pour les 6 redresseurs

Tableau 11 - Spécification des redresseurs

	Diesels de Propulsion (Quantité : 6)
Note :	***Les régulateurs et contrôles électroniques de vitesse sont à remplacer (Voir section 3.9)***
Fabricant :	MLW-ALCO (Fairbanks-Morse)
Modèle :	251-F
Type :	V16, 4 temps
Puissance Nominale :	2950 HP
Vitesse Nominale :	1000 RPM (Continu), Variable de 440 à 1000 RPM Actuateur de vitesse Woodward UG-40 (# 8531-0088) et contrôle électronique UG-8 MAS **(à remplacer)**
« Overspeed Trip » :	1145 RPM
« Underspeed Trip » :	350 RPM

Tableau 12 - Spécification des diesels

	Contacteurs de Puissance (Quantité : 18)
Fabricant :	AEI English Electric
Type :	NC, Simple pôle
Nominale (Puissance) :	900 VDC, 4000 A-DC
Nominale (Contrôle) :	250 VDC (Ouverture & fermeture)
Contacts auxiliaires :	3 N.O. / 3 N.C.

Tableau 13 - Spécification des contacteurs

	Disjoncteurs de Propulsion (Quantité : 6)
Note :	***Ces disjoncteurs doivent être remplacés par un modèle de conception récente à déterminer par l'entrepreneur.***
Fabricant :	Siemens
Modèle :	3W2311 (Qté : 5) / 3WV2711 (Qté : 1) - 3FA34
Type :	DC, Simple pôle
Nominale (Puissance) :	900 VDC, 6000 A-DC
Nominale (Contrôle) :	110 VAC / 220 VAC
Contacts auxiliaires :	6 N.O. / 6 N.C.
« Instant Trip » (électronique) :	4500 A-DC
« Magnetic Trip » (Backup) :	5000 A-DC

Tableau 14 - Spécification des disjoncteurs

Sources d'alimentation disponibles

Circuit/Amp	**Source**	**Voltage**	**Câblage**	**Destination**	**# Plan**
P407 (500A)	Tableau Principal (ECR)	460VAC, 3Ø	300MCM 3c (x2)	Excitations Bâbord (Section 1)	221-900-8 #2
P408 (500A)	Tableau Principal (ECR)	460VAC, 3Ø	300MCM 3c (x2)	Excitations Tribord (Section 12)	221-900-8 #2
P411-4 (460/40A)	MCC #1 (ECR)	120VAC (2 Ø) Via Transfo 15KVA, 150A	#2/2c	Contrôles de propulsion Bâbord (PCP)	221-900-8 #5
P410-3 (460/40A)	MCC #2 (ECR)	120VAC (2 Ø) Via Transfo 15KVA, 150A	#2/2c	Contrôles de propulsion Tribord (PCS)	221-900-8 #6
UPS2-1-5/7 (15A)	UPS #2	120 VAC	#14/3c	PLC Propulsion Bâbord et Tribord (90-70)	221-900-8 #38
UPS2-1-9/11 (20A)	UPS #2	120 VAC	#14/3c	Circuit Libre	221-900-8 #38
UPS2-1-10/12 (20A)	UPS #2	120 VAC	#14/3c	« Wrong way alarm »	221-900-8 #38

Tableau 15 - Sources d'alimentation disponibles

Méthode d'identification des équipements de puissance principaux

Le système de propulsion actuel possède deux (2) méthodes d'identification des sources de puissance (Diesels/Alternateurs/Redresseurs). Afin d'éviter toute confusion, ce tableau donne la correspondance qui existe entre chacune d'elles. Il est à noter que les sources G1 (#3 et #4) peuvent être transférées d'un côté à l'autre des systèmes bâbord/tribord (« Cross-Connect mode»).

Identification (Locale)	Identification (Propulsion / Plans GE)	Localisation
#1	G3 / Bâbord	Salle des machines arrière (Bâbord extérieur)
#2	G2 / Bâbord	Salle des machines arrière (Bâbord intérieur)
#3	G1 / Bâbord (Cross-Connect)	Salle des machines avant (Bâbord)
#4	G1 / Tribord (Cross-Connect)	Salle des machines avant (Tribord)
#5	G2 / Tribord	Salle des machines arrière (Tribord intérieur)
#6	G3 / Tribord	Salle des machines arrière (Tribord extérieur)

Tableau 16 - Identification des génératrices et redresseurs

Voltage des alternateurs en fonction de la vitesse et l'intensité du courant d'excitation

Note : Ces données ont été prises manuellement lors d'essais en mer et ne représentent aucunement des informations officielles produites par le fabricant des alternateurs. Si l'entrepreneur souhaite obtenir plus de données, il devra conduire lui-même des tests plus poussés afin d'évaluer avec plus de précision les caractéristiques propres à ce type d'alternateur.

VITESSE DIESEL (RPM)	EXCITATION ALTERNATEUR (AMP-DC)	VOLTAGE PUISSANCE ALTERNATEUR (VOLT AC)	VOLTAGE PUISSANCE REDRESSEUR (VOLT DC)
440	0	0	0
600	7	100	141
730	10	200	283
900	20	340	481
1000	26	500	707

Tableau 17 - Voltage des alternateurs en fonction de la vitesse et du courant d'excitation

Figures de référence

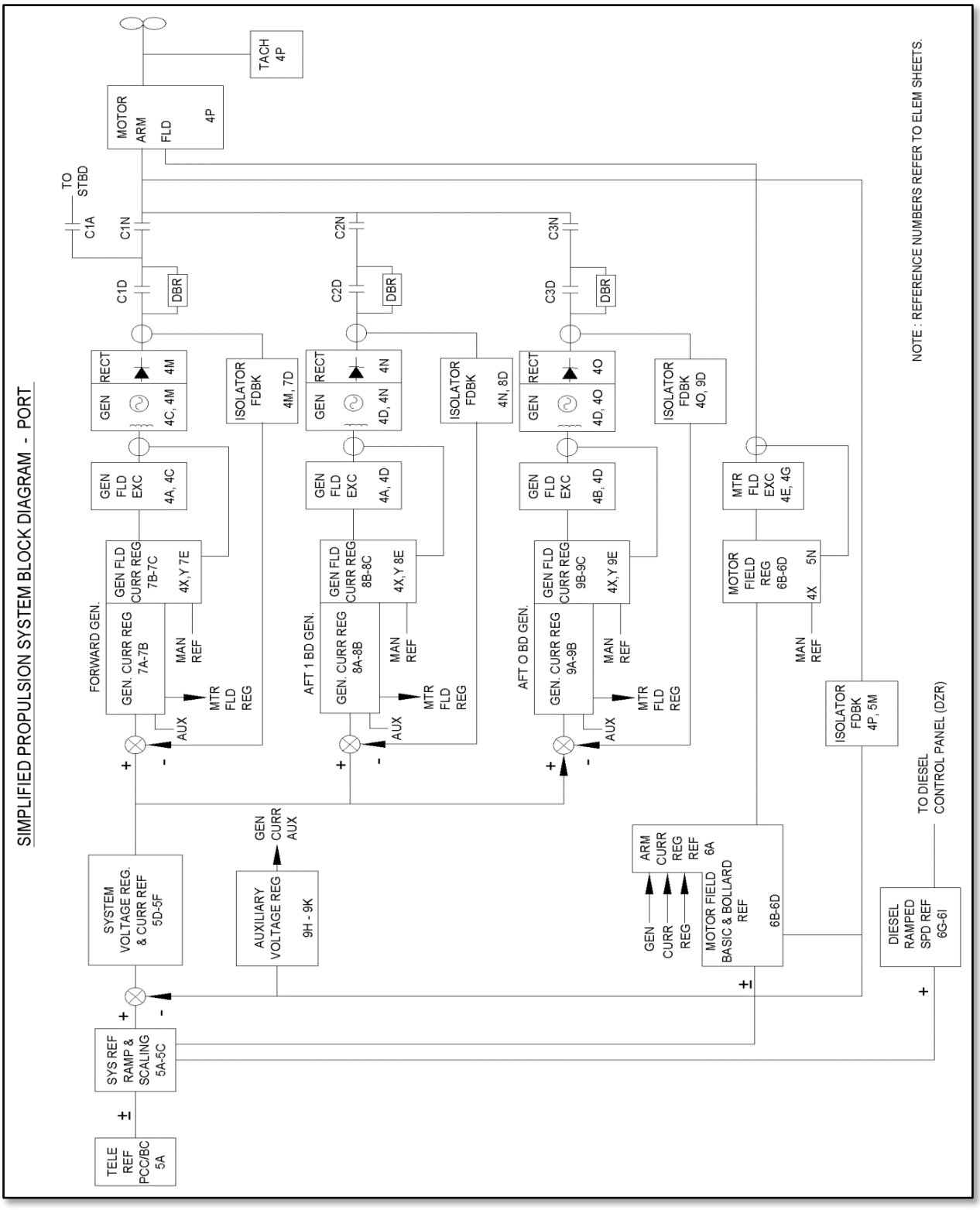
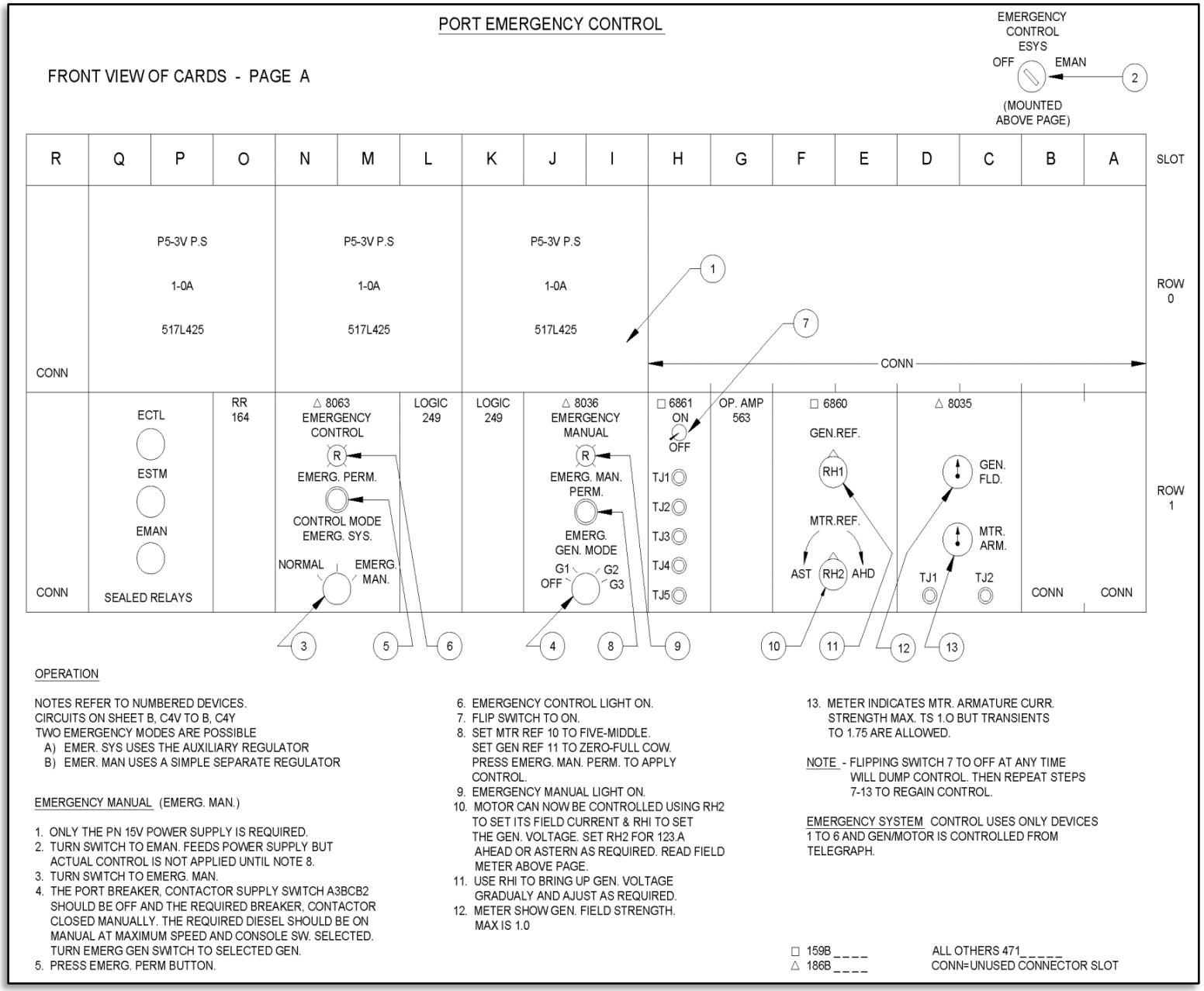

SIMPLIFIED PROPULSION SYSTEM BLOCK DIAGRAM - PORT
NOTE : REFERENCE NUMBERS REFER TO ELEM SHEETS.
TACH 4P
MOTOR ARM FLD 4P
TO STBD
C1A
C1N
C2N
C3N
C1D
C2D
C3D
DBR
GEN RECT 4C, 4M 4M
GEN RECT 4D, 4N 4N
GEN RECT 4D, 4O 4O
ISOLATOR FDBK 4M, 7D
ISOLATOR FDBK 4N, 8D
ISOLATOR FDBK 4O, 9D
GEN FLD EXC 4A, 4C
GEN FLD EXC 4A, 4D
GEN FLD EXC 4B, 4D
MTR FLD EXC 4E, 4G
FORWARD GEN.
AFT 1 BD GEN.
AFT O BD GEN.
GEN FLD CURR REG 7B-7C 4X, Y 7E
GEN FLD CURR REG 8B-8C 4X, Y 8E
GEN FLD CURR REG 9B-9C 4X, Y 9E
GEN. CURR REG 7A-7B
GEN. CURR REG 8A-8B
GEN. CURR REG 9A-9B
MAN REF
AUX
MTR FLD REG
MOTOR FIELD REG 6B-6D 4X 5N
ISOLATOR FDBK 4P, 5M
SYSTEM VOLTAGE REG. & CURR REF 5D-5F
AUXILIARY VOLTAGE REG 9H - 9K
GEN CURR AUX
ARM CURR REG REF 6A
GEN CURR REG
MOTOR FIELD BASIC & BOLLARD REF 6B-6D
DIESEL RAMPED SPD REF 6G-6I
TO DIESEL CONTROL PANEL (DZR)
SYS REF RAMP & SCALING 5A-5C
TELE REF PCC/BC 5A

Figure 2 - Système de régulation (DIRECTO-MATIC)



OPERATION

NOTES REFER TO NUMBERED DEVICES.
CIRCUITS ON SHEET B, C4V TO B, C4Y
TWO EMERGENCY MODES ARE POSSIBLE
A) EMER. SYS USES THE AUXILIARY REGULATOR
B) EMER. MAN USES A SIMPLE SEPARATE REGULATOR

EMERGENCY MANUAL (EMERG. MAN.)

1. ONLY THE PN 15V POWER SUPPLY IS REQUIRED.
2. TURN SWITCH TO EMAN. FEEDS POWER SUPPLY BUT ACTUAL CONTROL IS NOT APPLIED UNTIL NOTE 8.
3. TURN SWITCH TO EMERG. MAN.
4. THE PORT BREAKER, CONTACTOR SUPPLY SWITCH A3BCB2 SHOULD BE OFF AND THE REQUIRED BREAKER, CONTACTOR CLOSED MANUALLY. THE REQUIRED DIESEL SHOULD BE ON MANUAL AT MAXIMUM SPEED AND CONSOLE SW. SELECTED. TURN EMERG GEN SWITCH TO SELECTED GEN.
5. PRESS EMERG. PERM BUTTON.
6. EMERGENCY CONTROL LIGHT ON.
7. FLIP SWITCH TO ON.
8. SET MTR REF 10 TO FIVE-MIDDLE. SET GEN REF 11 TO ZERO-FULL COW. PRESS EMERG. MAN. PERM. TO APPLY CONTROL.
9. EMERGENCY MANUAL LIGHT ON.
10. MOTOR CAN NOW BE CONTROLLED USING RH2 TO SET ITS FIELD CURRENT & RHI TO SET THE GEN. VOLTAGE. SET RH2 FOR 123.A AHEAD OR ASTERN AS REQUIRED. READ FIELD METER ABOVE PAGE.
11. USE RHI TO BRING UP GEN. VOLTAGE GRADUALY AND AJUST AS REQUIRED.
12. METER SHOW GEN. FIELD STRENGTH. MAX IS 1.0
13. METER INDICATES MTR. ARMATURE CURR. STRENGTH MAX. TS 1.O BUT TRANSIENTS TO 1.75 ARE ALLOWED.

NOTE - FLIPPING SWITCH 7 TO OFF AT ANY TIME WILL DUMP CONTROL. THEN REPEAT STEPS 7-13 TO REGAIN CONTROL.

EMERGENCY SYSTEM CONTROL USES ONLY DEVICES 1 TO 6 AND GEN/MOTOR IS CONTROLLED FROM TELEGRAPH.

□ 159B _ _ _ _
△ 186B _ _ _ _

ALL OTHERS 471_ _ _ _ _
CONN=UNUSED CONNECTOR SLOT

Figure 3 - Système de contrôle d'urgence

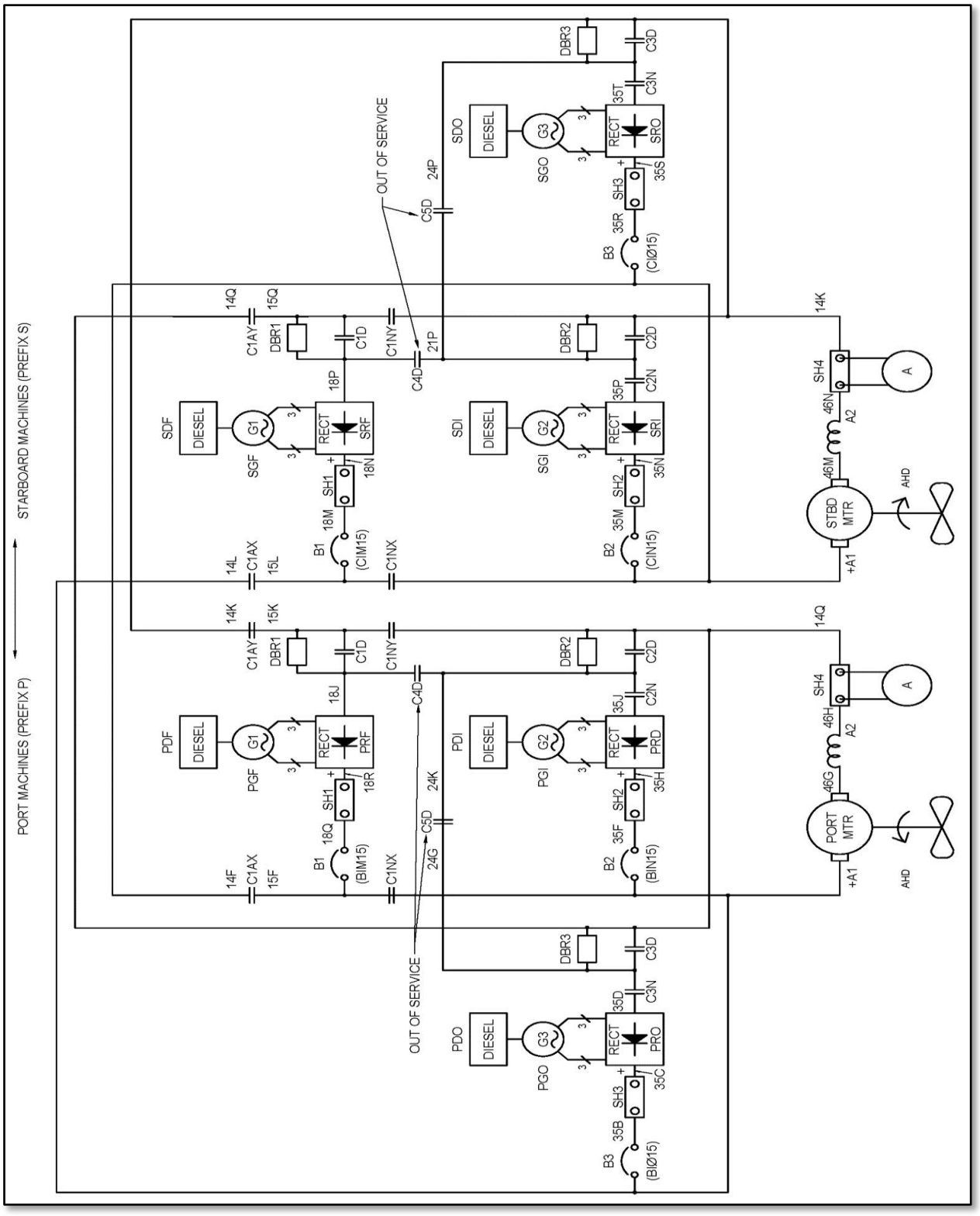


Figure 4 - Section puissance du système

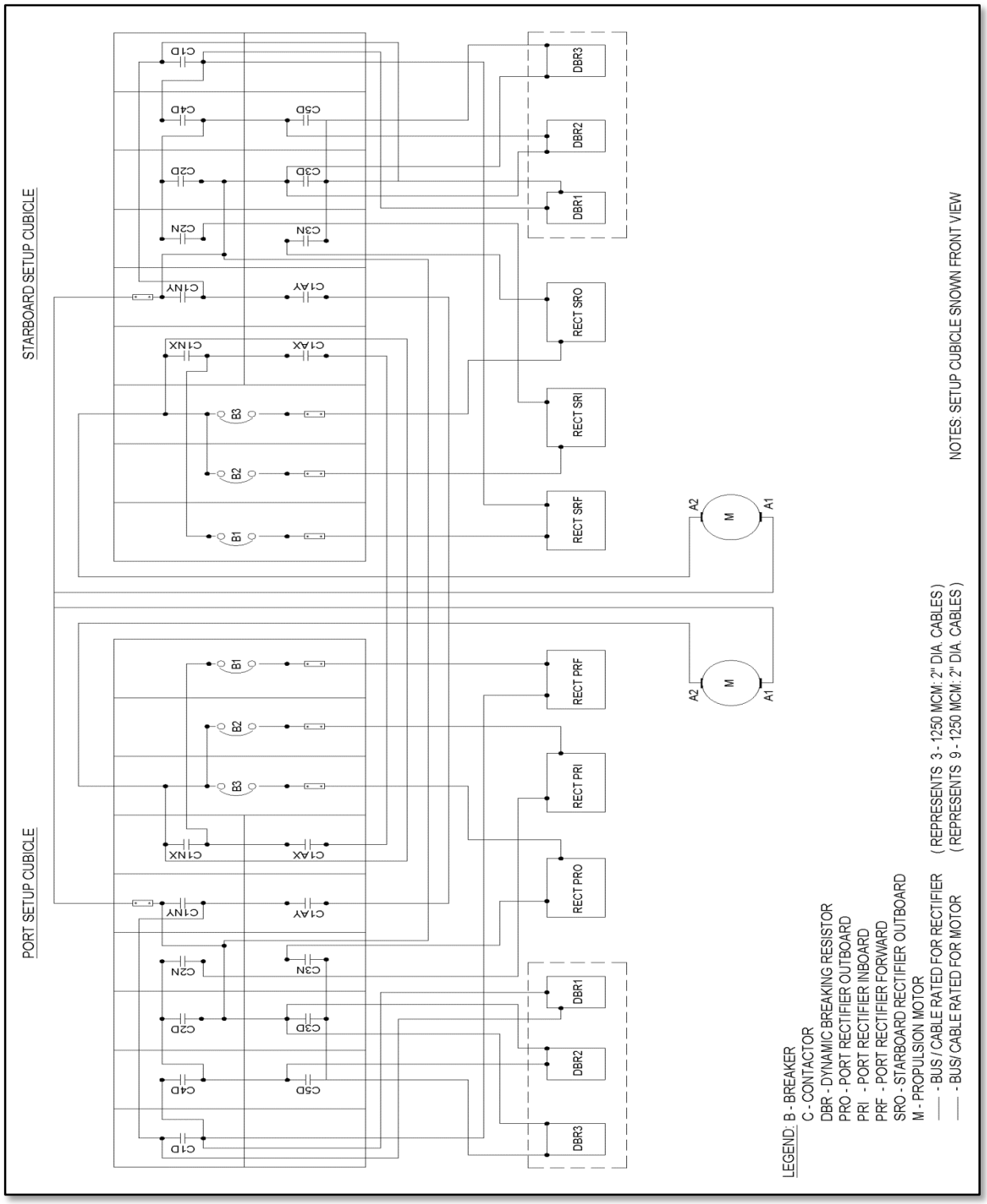


Figure 5 - Section puissance du système (2)

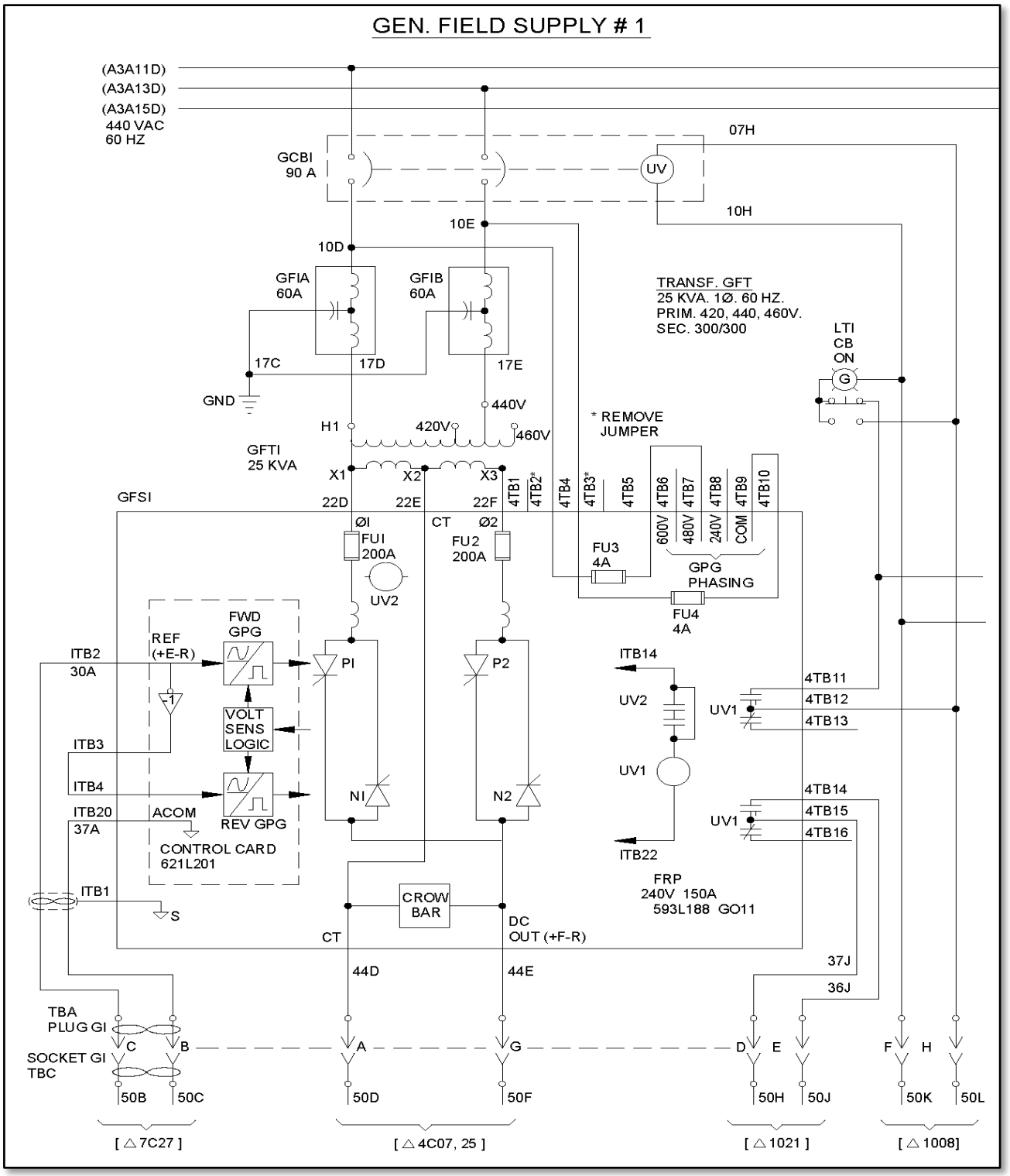


Figure 6 - Schéma des excitatrices actuelles (Alternateurs)

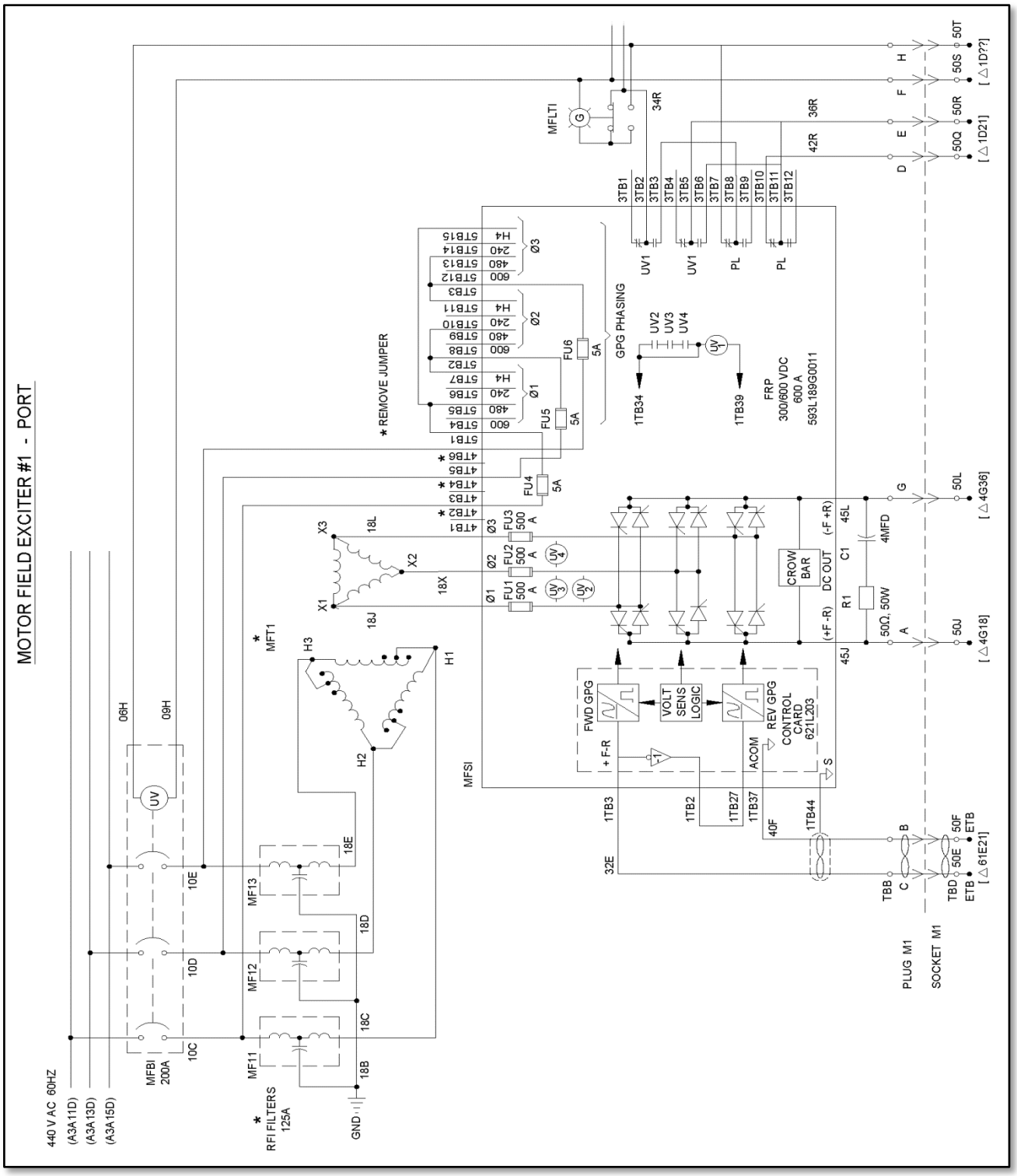


Figure 7 - Schéma des excitatrices actuelles (Moteurs d'hélice)

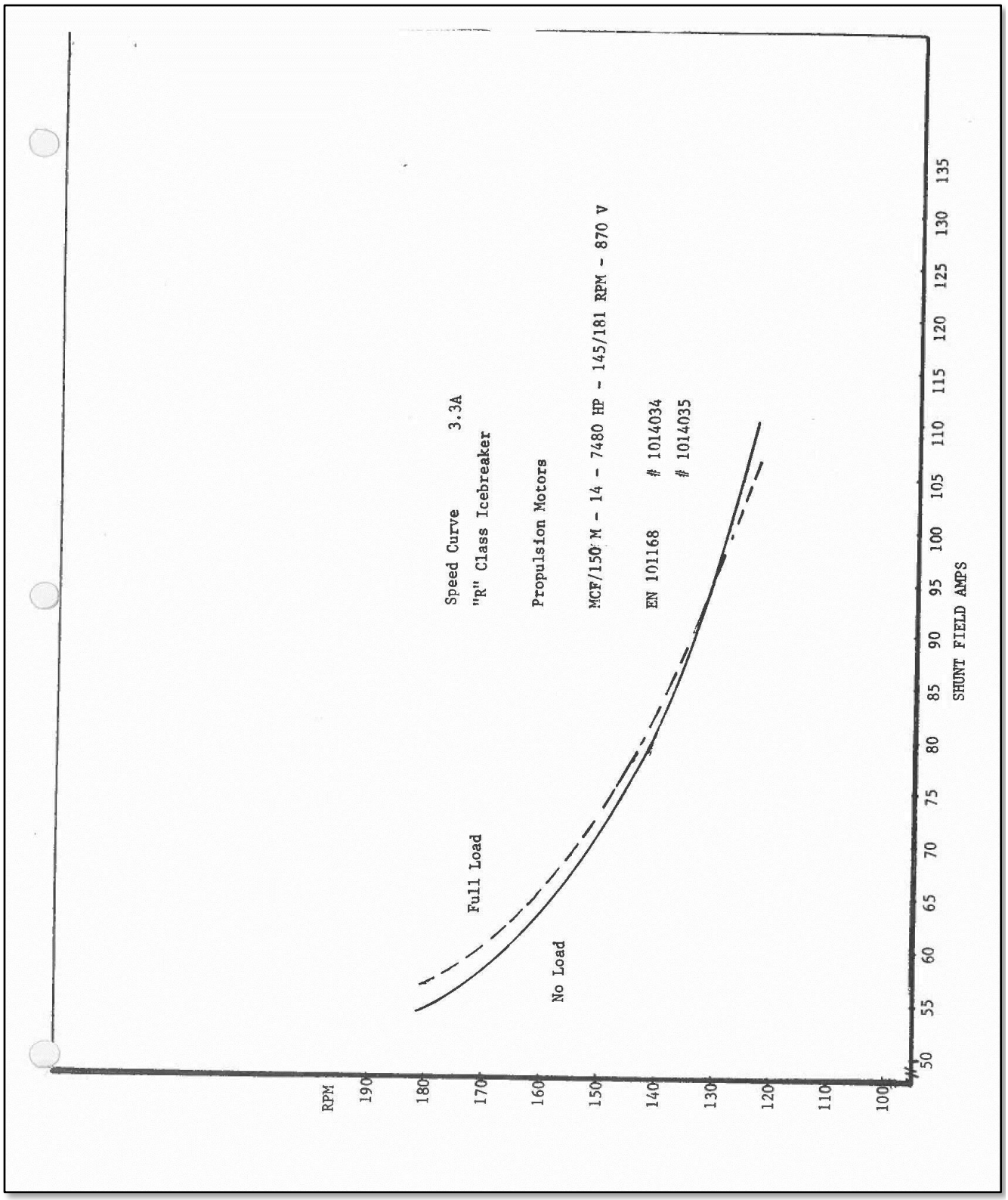


Figure 8 - Courbe de vitesse vs. courant d'excitation (moteur d'hélice)

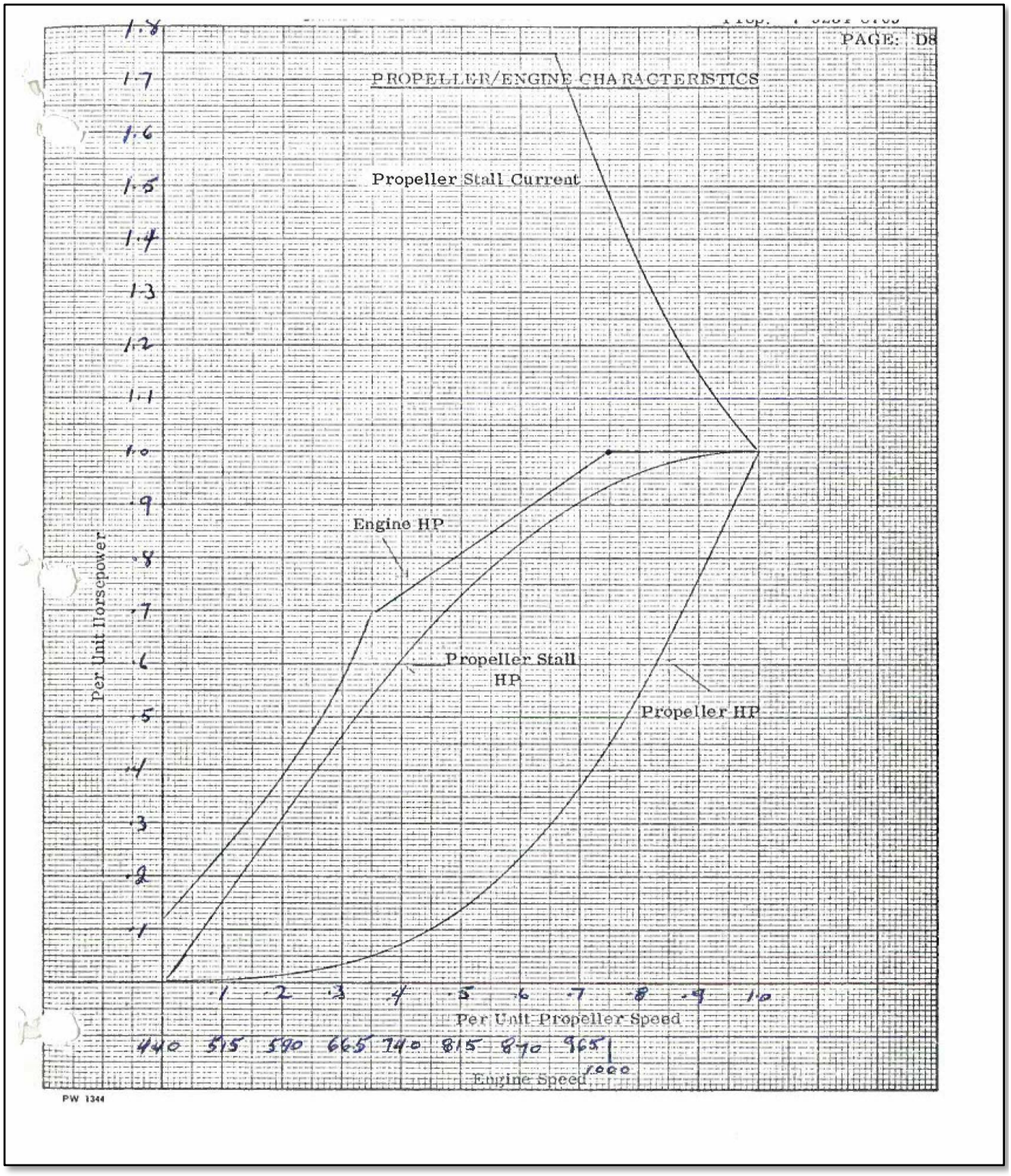


Figure 9 - Courbe de puissance (moteur d'hélice/Diesels)

Survol des différents cabinets du système de propulsion

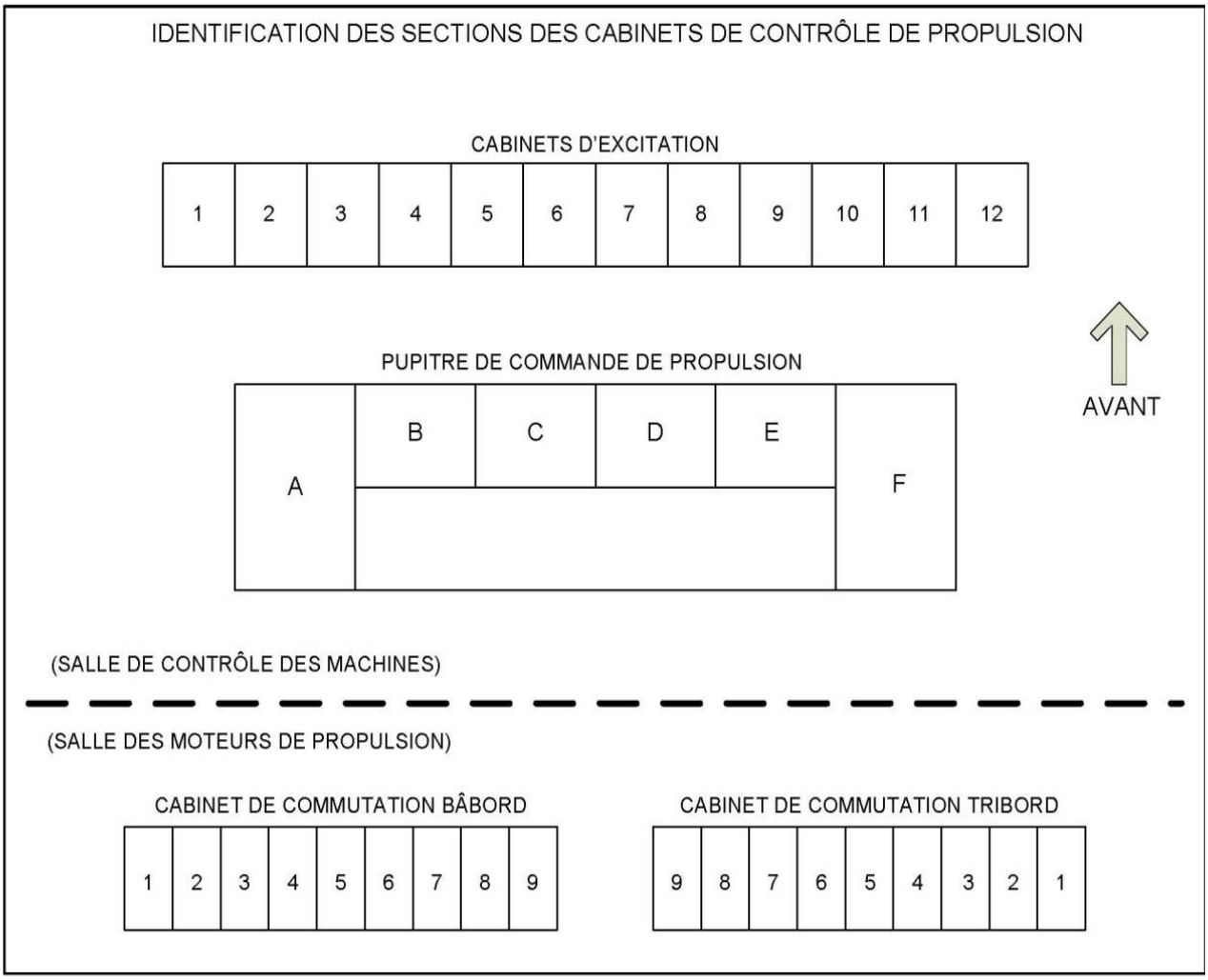


Figure 10 - Cabinets du système de propulsion (Survol)

Cabinets des excitatrices

Tous les systèmes d'excitation sont à remplacés. Les nouveaux équipements doivent pouvoir s'intégrer dans les cabinets actuels (Voir section 3.13)

Figure 11 - Cabinets des excitatrices & des filtres (Photo)

Section Bâbord des cabinets d'excitation

M1	M1	G1	G2	G3	G4 (STANDBY)
M2 (STANDBY)	M2	FILTER	FILTER	FILTER	FILTER

Figure 12 - Cabinets des excitatrices & Filtres (Disposition)

Cabinets d'alimentation & de transfert des excitatrices (Quantité : 2)

Ces cabinets intègrent différents équipements en lien avec les excitatrices :

- Disjoncteurs d'alimentation des excitatrices (À remplacer)
- Modules MVI et autres circuits de contrôle (À remplacer)
- Circuits de détection de mise à la masse (À remplacer)
- Prises et fiches de transfert pour excitatrices de réserve (Voir section 3.13)

Figure 13 - Cabinets d'alimentation & de transfert des excitatrices

Prises & fiches de transfert pour excitatrices

Ce type de prises/fiches permet de relier les différents modules d'excitation avec le champ des alternateurs et des moteurs de propulsion. Cette méthode permet de remplacer rapidement une excitatrice défectueuse par une excitatrice de réserve au besoin.

Figure 14 - Prises & fiches de transfert pour excitatrices

Excitatrices des alternateurs à remplacer (Quantité : 8) - Dimensions en POUCES

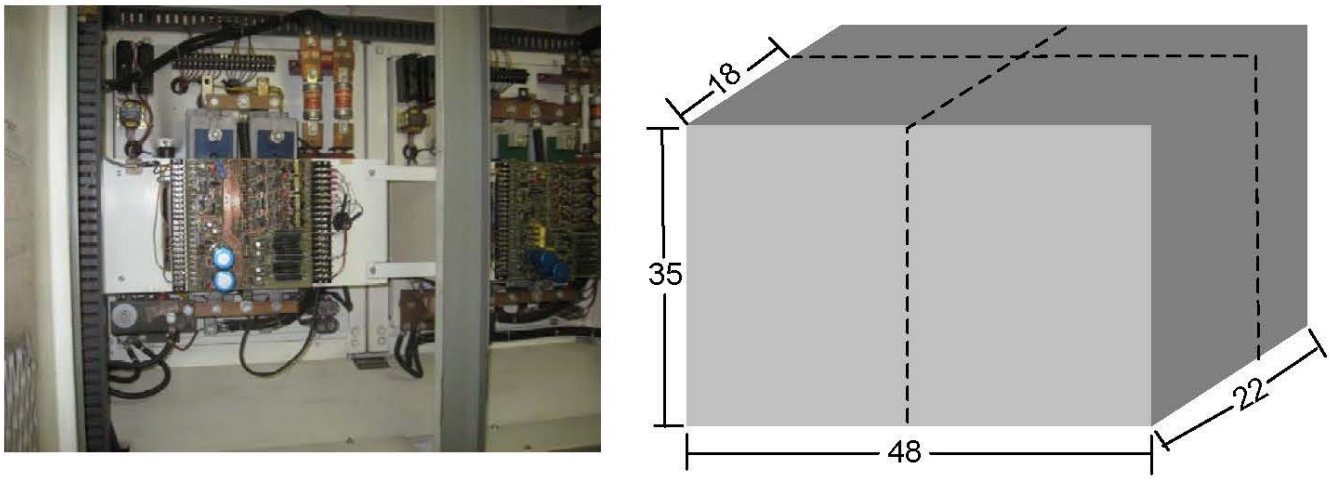


Figure 15 - Cabinets des excitatrices (Alternateurs)

Filtres pour excitatrices des alternateurs à remplacer (Quantité : 8) - Dimension en POUCES

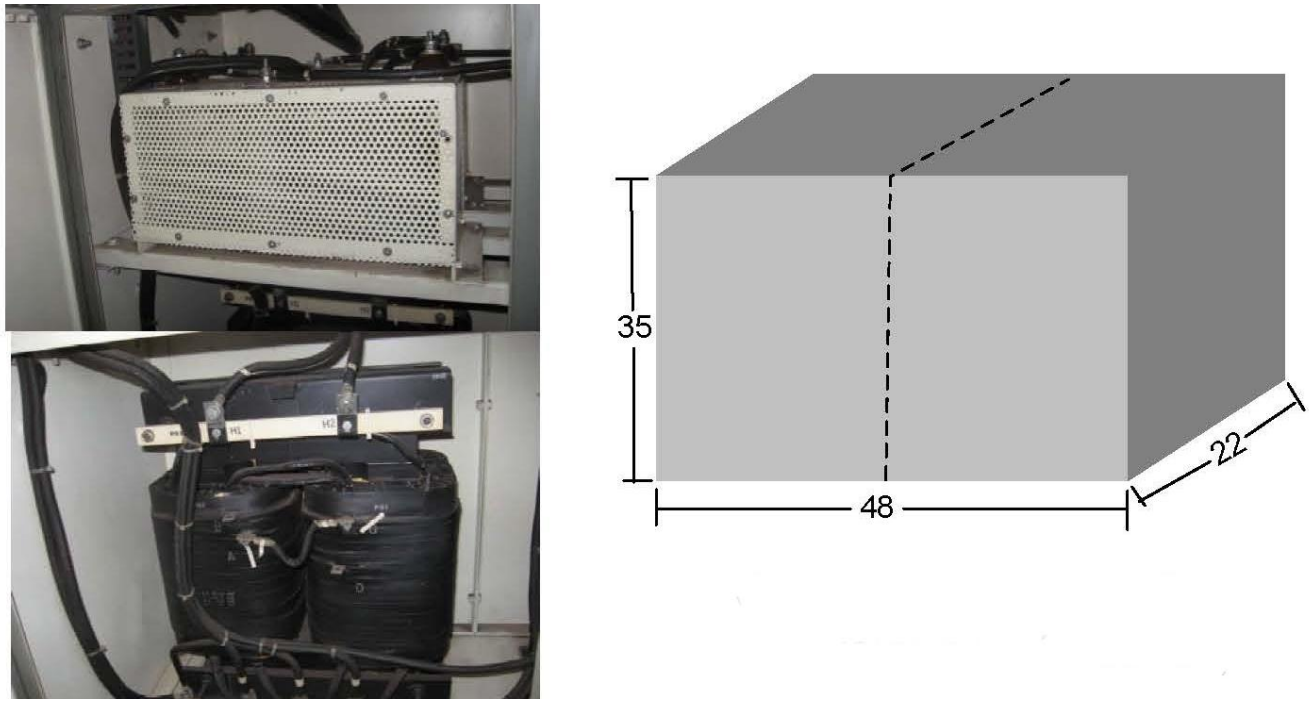


Figure 16 - Cabinets pour filtres des excitatrices (Alternateurs)

Excitatrices pour moteurs à remplacer (Quantité : 4) - Dimensions en POUCES

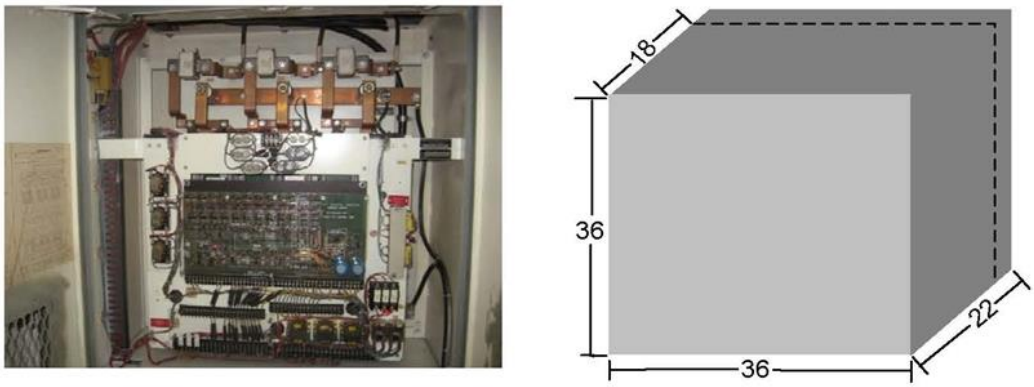


Figure 17 - Cabinets des excitatrices (Moteurs d'hélice)

Filtres pour excitatrices des moteurs à remplacer (Quantité : 2)
Ces équipements de filtrage sont localisé dans la salle des machines arrière

Figure 18 – Filtres pour excitatrices des moteurs

Système de régulation et de contrôle *DIRECTO-MATIC* à remplacer (Quantité : 2)

Ce cabinet contient la plupart des circuits principaux de régulation (Incluant les PLC)
Le nouveau système doit permettre d'intégrer numériquement un maximum de composants électroniques afin de simplifier les circuits de régulation.

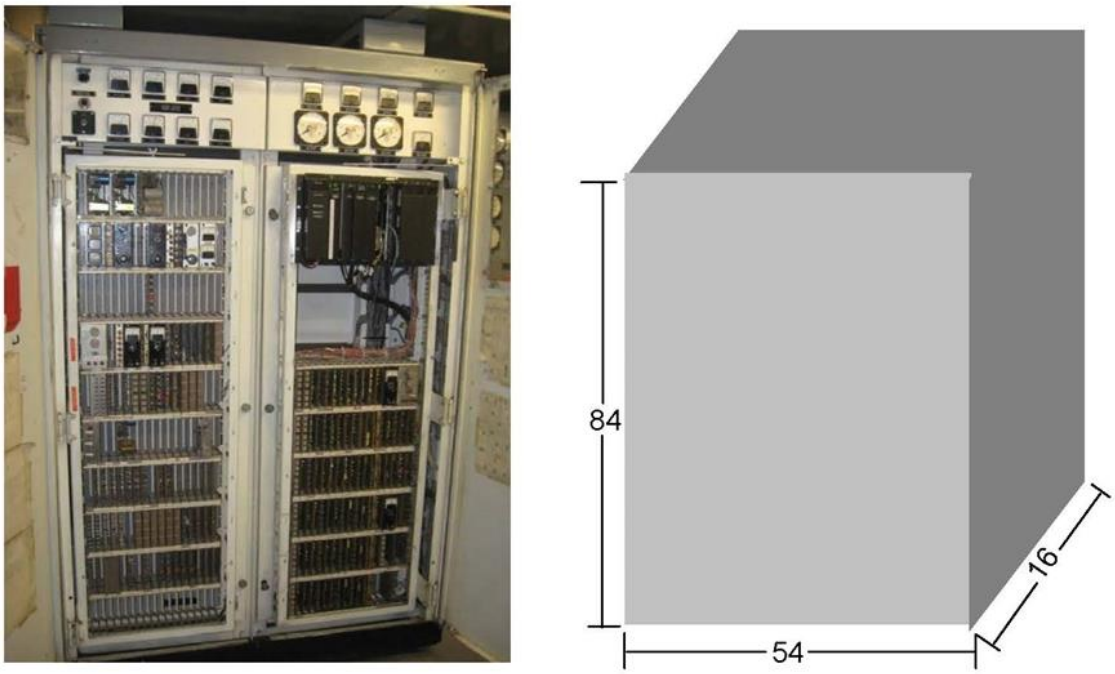


Figure 19 - Cabinets du système de régulation et contrôle (DIRECTO-MATIC)

Modules Entrées/Sorties (E/S) à remplacer (Quantité : 54)
Ces modules sont localisés derrière la console de contrôle principale

Figure 20 - Modules d'Entrées/Sorties (PLC)

Cabinets de commutation (SUP/SUS)

Localisés dans la salle des moteurs d'hélice, ces cabinets contiennent les disjoncteurs et contacteurs de puissance ainsi que plusieurs éléments de contrôle, tel que les relais CR120A & les Modules HVI.

Figure 21 - Cabinets de commutation SUP/SUS (Photo)

<table>
<tr><td>C1D</td><td>C4D</td><td>C2D</td><td>C2N</td><td>C1NY</td><td>C1NX</td><td rowspan="2">B3</td><td rowspan="2">B2</td><td rowspan="2">B1</td></tr>
<tr><td>POWER SUPPLY</td><td>C5D</td><td>C3D</td><td>C3N</td><td>C1AY</td><td>C1AX</td></tr>
</table>

Figure 22 - Cabinets de commutation (SUP – Disposition)

Disjoncteurs principaux à remplacer (Quantité : 6)
Siemens Modèles : 3WV2311 / 3WV2711 – 3FA34
Localisation : Cabinets de commutation (SUP/SUS)
Voir section 3.5 pour détails et tableau 14 pour spécifications

Figure 23 - Disjoncteurs principaux

Relais de type CR120A à remplacer (Quantité : 54)

Ces relais sont localisés dans les différents cabinets SUP/SUS de la salle des moteurs de propulsion. Ils ont pour fonction principale de contrôler les disjoncteurs/contacteurs principaux par l'intermédiaire des automates programmables et d'assurer une protection logique. Voir section 3.7

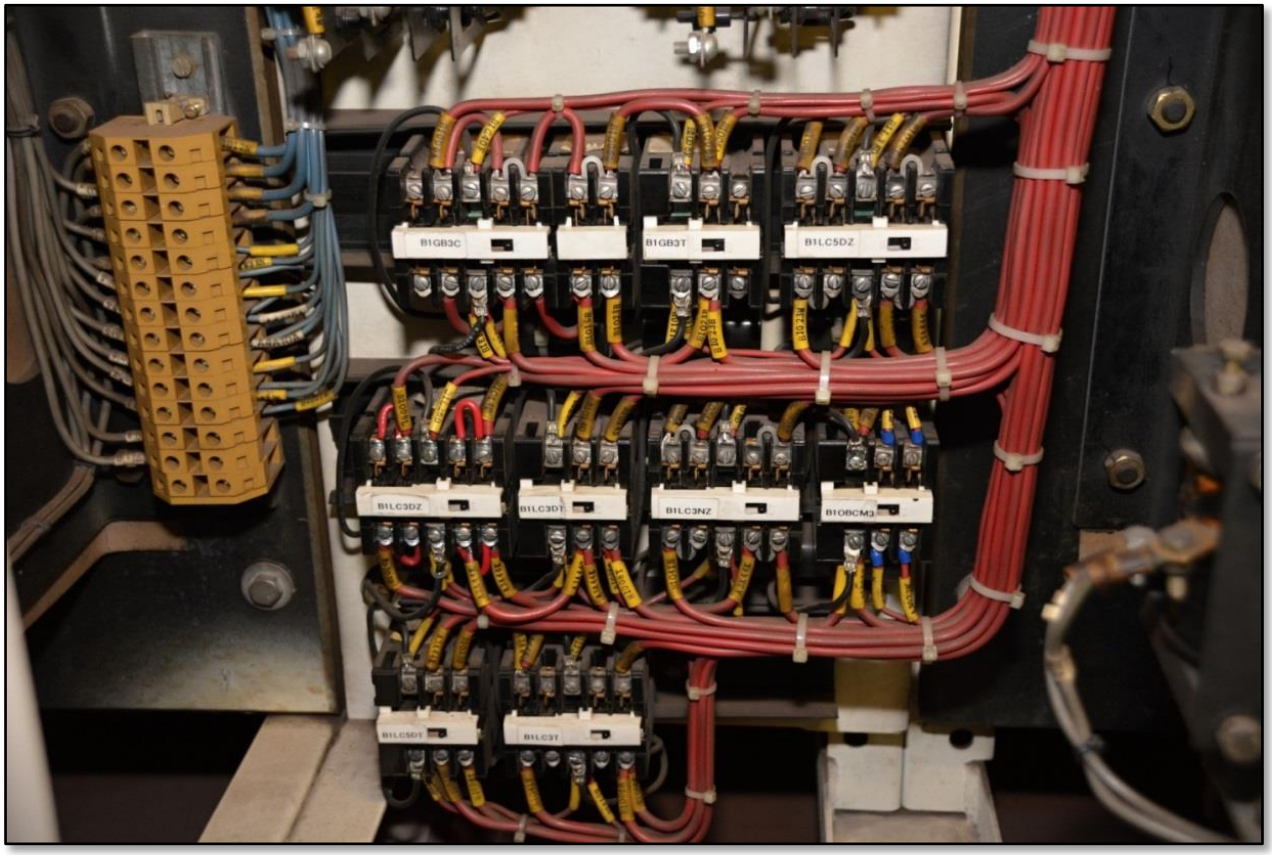


Figure 24 - Relais de contrôle CR120A (Contacteurs/Disjoncteurs)

Modules HVI « High Voltage Isolator » à remplacer (Quantité : 18)

Ces modules sont localisés dans les cabinets SUP/SUS de la salle des moteurs d'hélice.
Ils ont pour fonction de fournir aux circuits de régulation et d'affichage les signaux de rétroactions nécessaires afin d'évaluer les différents courants et voltage de la section puissance. (Voir section 3.2)

Figure 25 - Modules HVI "High Voltage Isolator"

Tacho-générateurs à remplacer (Quantité : 2)

Ces appareils sont fixés à l'extrémité des moteurs. Ils ont pour fonction de fournir au système de régulation les signaux de rétroaction nécessaires pour une évaluation de la vitesse de chacune des hélices.
(Voir section 3.2 pour détails)

Figure 26 - Tacho-générateurs (Vitesse des moteurs d'hélice)

Modules de protection des alternateurs à remplacer

- # IJC5186A (46B) « Balanced Current Relay » (Quantité : 12)
- # THC 11 G16A (49-50B) « Thermal Current Relay » (Quantité : 12)

Localisés sur les redresseurs de propulsion

Fabricant : General Electric

Figure 27 - Modules de protection (Alternateurs)

Module d’alarme « Wrong Way » (À remplacer ou intégrer numériquement)
Ce module donne une alarme dans le cas où la direction d’une des hélices ne concorde pas avec la demande de vitesse exigée par le télégraphe. (Voir section 3.12)

Figure 28 - Module d'alarme "Wrong Way"

Résistances de freinage dynamique (DBR)

Cet équipement permet de dissiper l'énergie électrique accumulée dans les moteurs afin de réaliser un arrêt ou une inversion rapide du sens de rotation des hélices. Le nouveau système de contrôle doit prévoir utiliser ces résistances afin d'offrir des performances équivalentes. L'entrepreneur doit effectuer une inspection visuelle en profondeur de ces résistances afin de détecter toutes anomalies qui pourraient nuires à leur fonctionnement. Il y a six (6) ensembles de résistances répartis à l'intérieur de deux (2) cabinets.

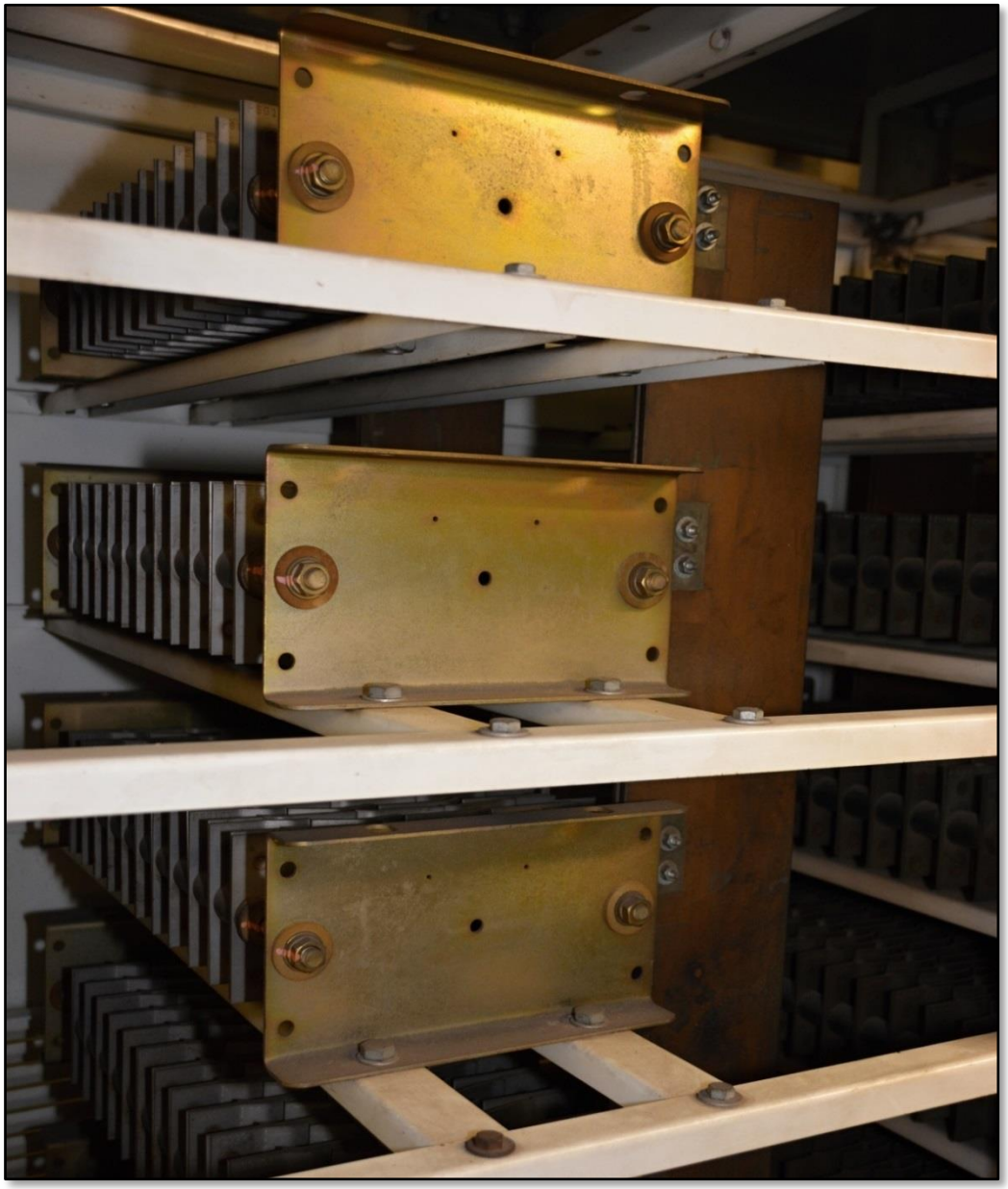


Figure 29 - Résistances de freinage dynamique (DBR)

Console de contrôle principale - Salle des machines
(Voir section 3.15 pour détails)

1. L'entrepreneur doit adapter la console principale afin qu'elle s'intègre parfaitement avec le nouveau système de contrôle de propulsion qui est proposé.
2. Tous les cadrans d'affichage analogiques doivent demeurer fonctionnels.
3. La console doit intégrer un nouveau système de suveillance et d'alarme qui permet de superviser l'ensemble des nouveaux équipements du système de propulsion. (Voir section 3.14)

Figure 30 - Console de contrôle principale (Salle des machines)

Panneau d'affichage du système de propulsion « MIMIC »

Ce panneau est situé sur la console de contrôle principale et offre à l'opérateur une vue d'ensemble du système propulsion. Il est au choix de l'entrepreneur de conserver ou de remplacer ce panneau, selon les exigences décrites à la section 3.15.3

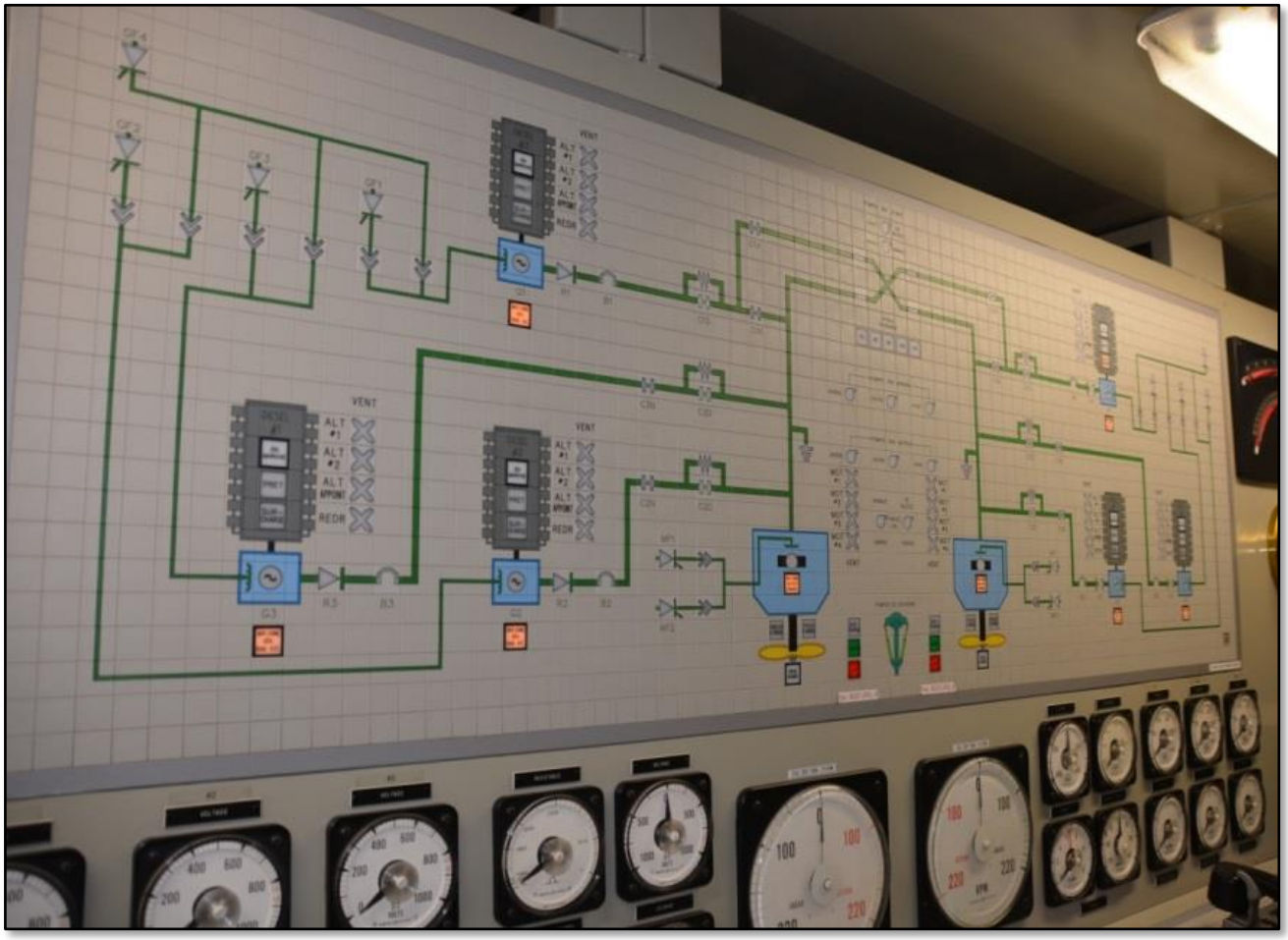


Figure 31 - Panneau d'affichage des états logiques "MIMIC"

Console de contrôle principale (salle des machines)

Tous les contrôles manuels situés sur la console de contrôle principale et qui sont en lien avec le système de propulsion actuel doivent être remplacés ou éliminé s'ils ne sont plus requis. Les nouveaux sélecteurs ou boutons poussoirs installés doivent être de qualité équivalente ou supérieur aux composants actuels. Voir section 3.15.2 pour détails.

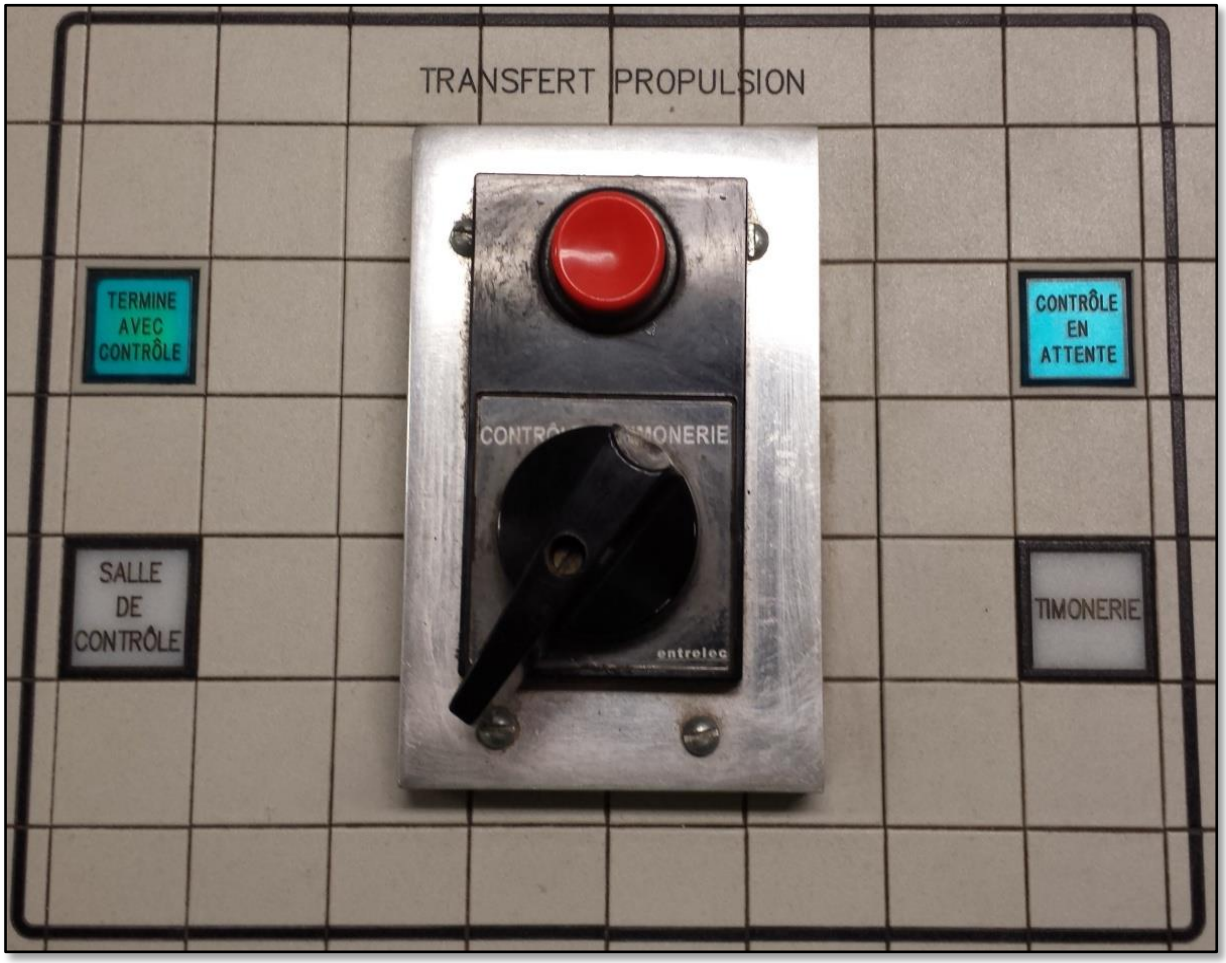


Figure 32 - Sélecteur de transfert (Contrôle des télégraphes)

Système de surveillance et d'alarme (Page 1)

Le nouveau système de suveillance et d'alarme doit intégrer des pages graphiques qui permettent d'afficher les différentes valeurs analogiques et numériques disponibles. Les figures 33 à 36 donnent un apperçu de certaines pages du système actuel à titre de référence. (section 3.14 pour détails).

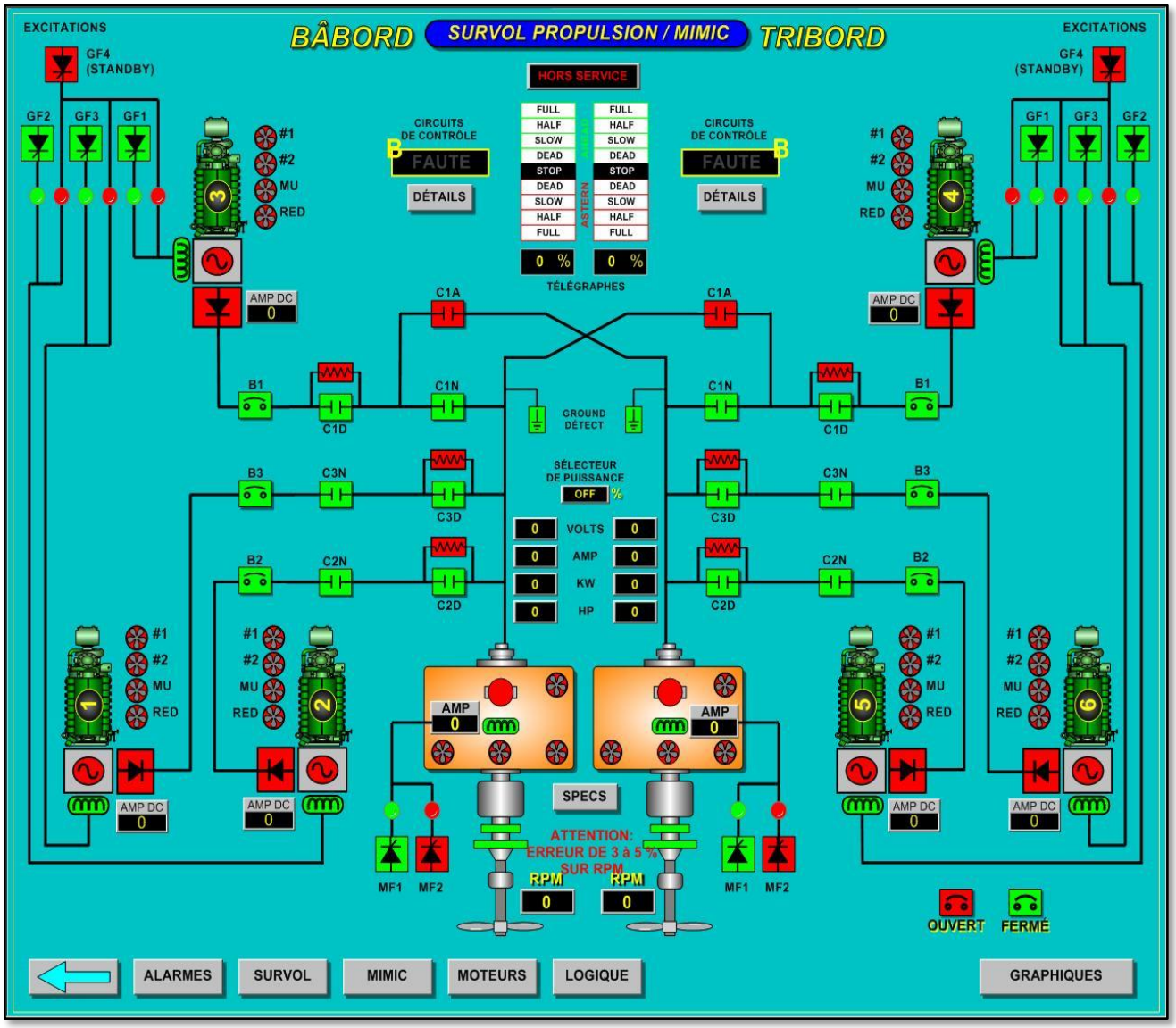


Figure 33 - Système de surveillance et d'alarme (Page 1)

Système de surveillance et d'alarme (Page 2)

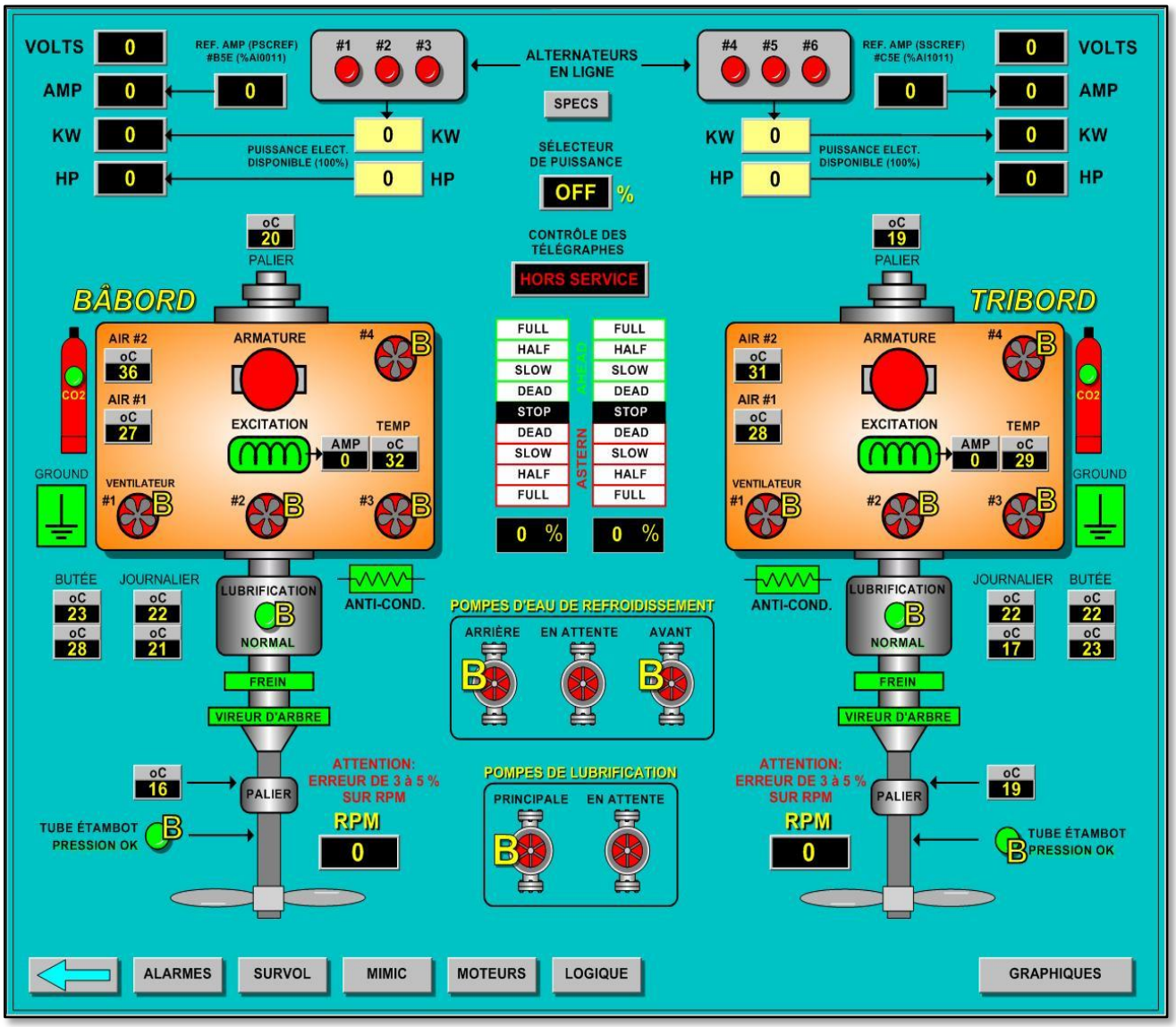


Figure 34 - Système de surveillance et d'alarme (Page 2)

Système de surveillance et d’alarme (Page 3)

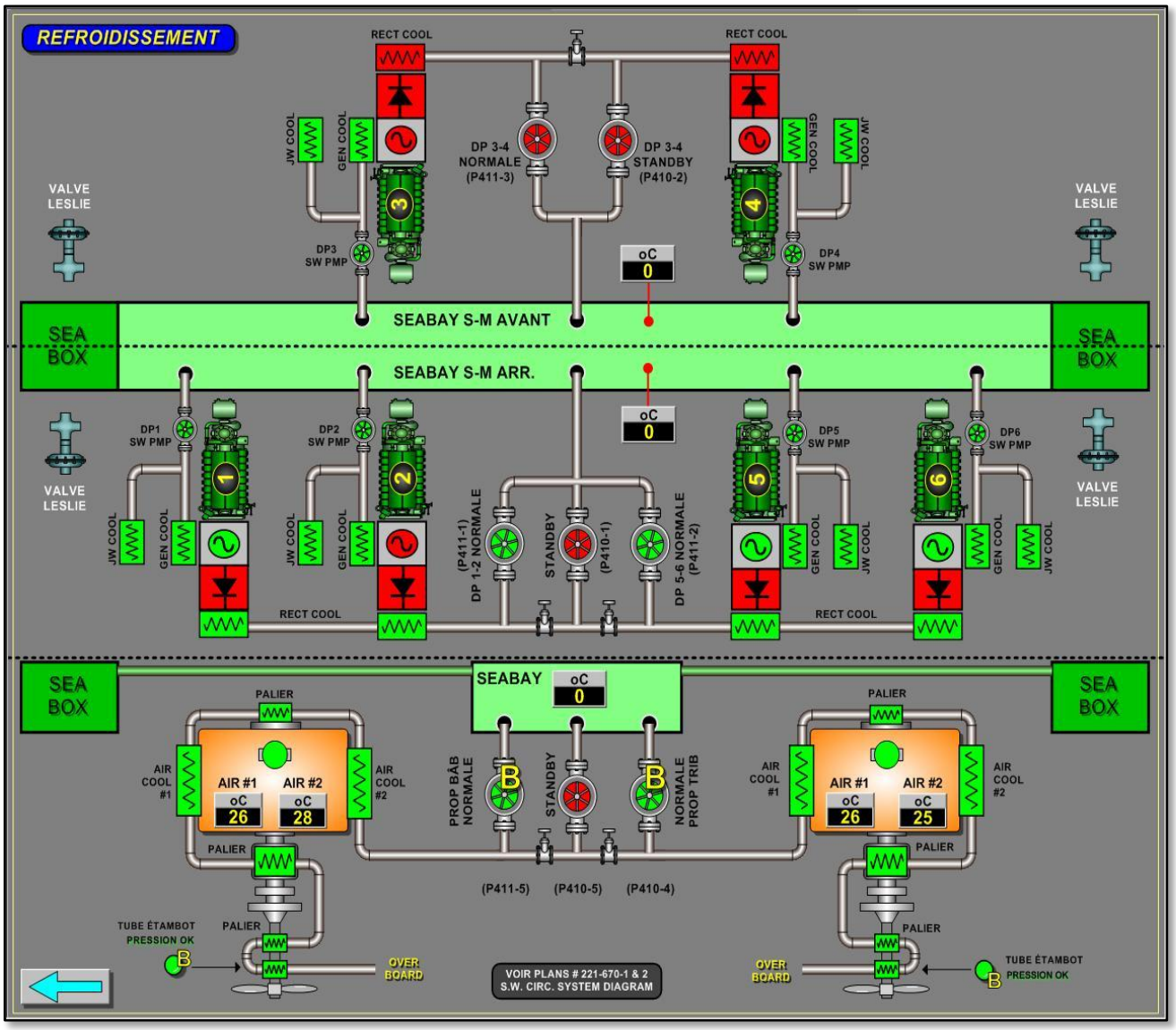


Figure 35 - Système de surveillance et d'alarme (Page 3)

Système de surveillance et d'alarme (Page 4)

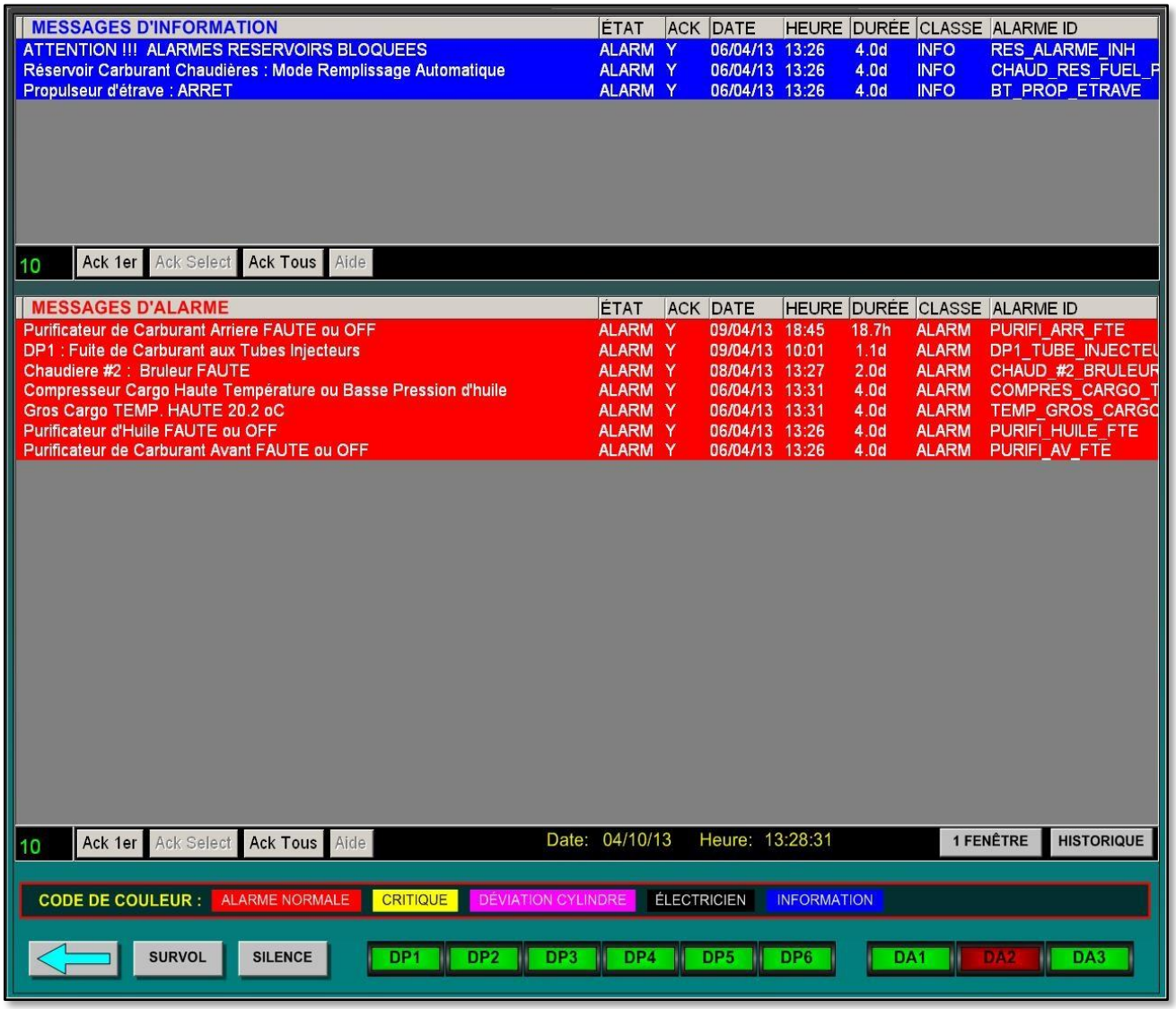

MESSAGES D'INFORMATION
ÉTAT ACK DATE HEURE DURÉE CLASSE ALARME ID
ATTENTION !!! ALARMES RESERVOIRS BLOQUEES ALARM Y 06/04/13 13:26 4.0d INFO RES_ALARME_INH
Réservoir Carburant Chaudières : Mode Remplissage Automatique ALARM Y 06/04/13 13:26 4.0d INFO CHAUD_RES_FUEL_F
Propulseur d'étrave : ARRET ALARM Y 06/04/13 13:26 4.0d INFO BT_PROP_ETRAVE
10
Ack 1er
Ack Select
Ack Tous
Aide
MESSAGES D'ALARME
ÉTAT ACK DATE HEURE DURÉE CLASSE ALARME ID
Purificateur de Carburant Arriere FAUTE ou OFF ALARM Y 09/04/13 18:45 18.7h ALARM PURIFI_ARR_FTE
DP1 : Fuite de Carburant aux Tubes Injecteurs ALARM Y 09/04/13 10:01 1.1d ALARM DP1_TUBE_INJECTEU
Chaudiere #2 : Bruleur FAUTE ALARM Y 08/04/13 13:27 2.0d ALARM CHAUD_#2_BRULEUR
Compresseur Cargo Haute Température ou Basse Pression d'huile ALARM Y 06/04/13 13:31 4.0d ALARM COMPRES_CARGO_T
Gros Cargo TEMP. HAUTE 20.2 oC ALARM Y 06/04/13 13:31 4.0d ALARM TEMP_GROS_CARGO
Purificateur d'Huile FAUTE ou OFF ALARM Y 06/04/13 13:26 4.0d ALARM PURIFI_HUILE_FTE
Purificateur de Carburant Avant FAUTE ou OFF ALARM Y 06/04/13 13:26 4.0d ALARM PURIFI_AV_FTE
10
Ack 1er
Ack Select
Ack Tous
Aide
Date: 04/10/13
Heure: 13:28:31
1 FENÊTRE
HISTORIQUE
CODE DE COULEUR :
ALARME NORMALE
CRITIQUE
DÉVIATION CYLINDRE
ÉLECTRICIEN
INFORMATION
SURVOL
SILENCE
DP1
DP2
DP3
DP4
DP5
DP6
DA1
DA2
DA3

Figure 36 - Système de surveillance et d'alarme (Page 4)

Régulateurs/Actuateurs de vitesse « Woodward UG-40 » pour diesels
et contrôles électroniques « UG-MAS » à remplacer ainsi que tous les accessoires (Quantité : 6)
Voir section 3.9 pour détails

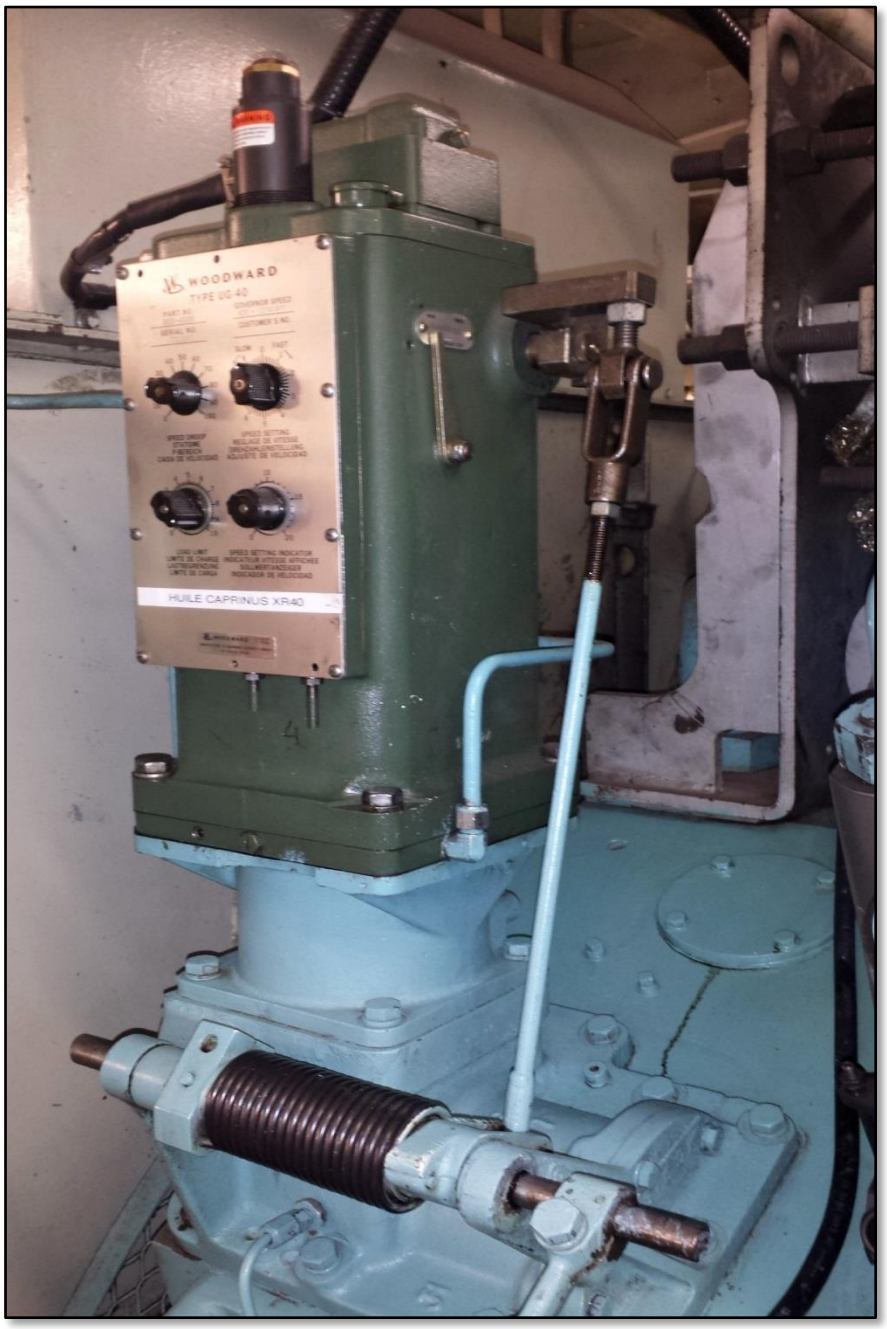


Figure 37 - Régulateurs/Actuateurs de vitesse des diesels

Contacteurs de puissance principaux (Quantité : 18)

À moins que l'entrepreneur propose un système qui offre la possibilité de remplacer ou d'éliminer certains des contacteurs de puissance principaux, ceux-ci doivent être conservés fonctionnels à l'intérieur du nouveau système de propulsion. Voir section 3.6 pour détails.

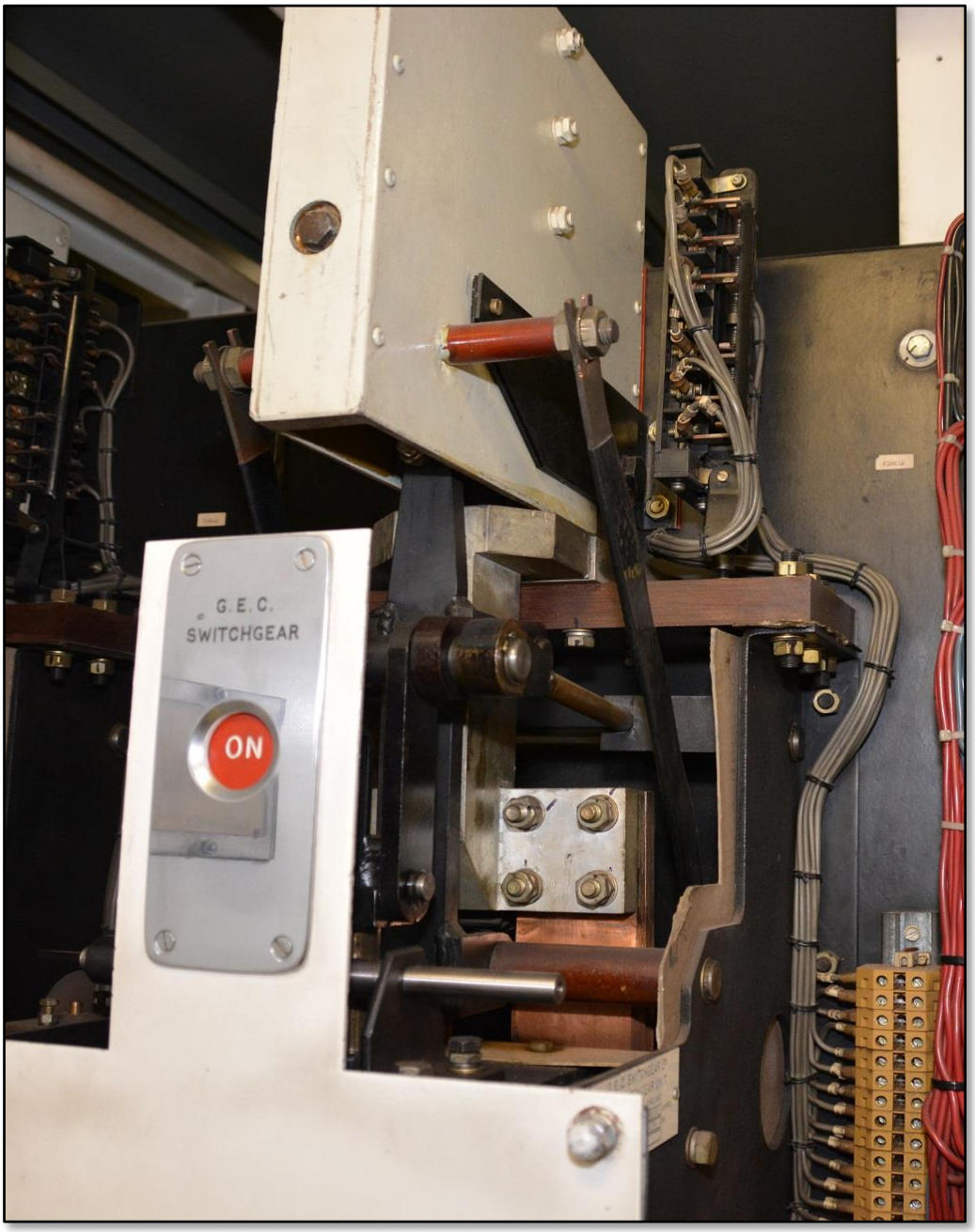


Figure 38 - Contacteurs de puissance principaux (Photo)

FIN DE L’ANNEXE « A »